7TH INTERNATIONAL BLACK SEA MODERN SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

JUNE 24-26, 2025 / ARTVIN, TÜRKIYE

FULL TEXTS BOOK

EDITOR: ASSIST. PROF. DR. MEHMET TATOĞLU

ISBN: 979-8-89695-114-8

7th INTERNATIONAL BLACK SEA MODERN SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

June 24-26, 2025

Artvin, Türkiye

20.07.2025

Liberty Publishing House

Water Street Corridor New York, NY 10038

www.libertyacademicbooks.com

+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2025

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.

adopted by Mariam Rasulan

FULL TEXTS BOOK

ISBN: 979-8-89695-114-8

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

7th INTERNATIONAL BLACK SEA MODERN SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

DATE AND PLACE

June 24-26, 2025

Artvin, Türkiye

ORGANIZATION

IKSAD INSTITUTE

EDITOR

Assist. Prof. Dr. Mehmet TATOĞLU

COORDINATOR

Samet KUŞKIRAN

PARTICIPANTS' COUNTRIES (25 countries)

TÜRKİYE, MOROCCO, KOSOVO, USA, NIGERIA, AZERBAIJAN, CANADA, IRAQ, IRAN, ALGERIA, SAUDI ARABIA, LEBANON, MALAYSIA, ITALY, POLAND, SERBIA, GHANA, MEXICO, ROMANIA, ALBANIA, OMAN, PAKISTAN, UKRAINE, PORTUGAL, INDONESIA, GEORGIA

Total Accepted Article: 248

Total Rejected Papers: 53

Accepted Articles (Türkiye): 120

Accepted Articles (Other Countries): 128

ISBN: 979-8-89695-114-8

20.07.2025
REF: Akademik Teşvik

İlgili makama;

7. Uluslararasi Karadeniz Modern Bilimsel Araştirmalar Kongresi, 24-26 Haziran 2025 tarihleri arasında Artvin'de 25 farklı ülkenin (Türkiye 120 bildiri- Diğer ülkeler 128 bildiri) akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir

Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." değişikliğine uygun düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla

Dr. Ethem İlhan ŞAHİN
Member of Organizing Board

T.C.
HİTİT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sungurlu Meslek Yüksekokulu

2025 AİLE YILI

Sayı : E-36969287-209.03-2500052916 22.05.2025
Konu : Görevlendirme

Sayın Öğr. Gör. Dr. Ayten AKCAN

İlgi : 21.05.2025 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçenize istinaden 24-26 Haziran 2025 tarihinde Artvin'de yapılacak olan 7. Uluslararası Karadeniz Modern Bilimsel Araştırmalar Kongresi'nde Düzenleme Kurulu ve Bilim ve Danışma Kurulunda görev almanız Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilginizi rica ederim.

Öğr. Gör. Dr. Özlem BAL
M.Y.O. Müdürü V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu: EUD494A Belge Takip Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/hitit-universitesi-ebys

Adres: T.C. Hitit Üniversitesi Kuzey Kampüsü Çevre Yolu Bulvarı 19030 Çorum / TÜRKİYE
Bilgi için : Serdal Kayaer
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No: (0 364) 2191919
Faks No: (0 364) 2191938
Telefon No: (0 364) 2191919 - 3225
e-Posta:
İnternet Adresi: http://www.hitit.edu.tr
Direkt Hat:
Kep Adresi: hitituniversitesi@hs01.kep.tr

ORGANIZING COMMITTEE MEMBER

Prof. Dr. Fatih GÜRBÜZ
Bayburt University TÜRKİYE

Prof. Dr. Tinatin Mshvidobadze
Gori State Teaching University GEORGIA

Assoc. Prof. Dr. Bülent BAYRAKTAR
Bayburt University TÜRKİYE

Assoc. Prof. Dr. Remzi EKİNCİ
Dicle University TÜRKİYE

Assoc. Prof. Dr. Emine DAĞTEKİN
Dicle University TÜRKİYE

Assist. Prof. Dr. Seda KIZIL
Bayburt University TÜRKİYE

Assist. Prof. Dr. Mehtap DEMİR
Adıyaman University TÜRKİYE

Lect. Dr. Ayten AKCAN
Hitit University TÜRKİYE

Dr. Burcu TEMEL
Adiyaman University TÜRKİYE

Lect. PhD Irina-Ana Drobot
Technical University of Civil Engineering Bucharest ROMANIA

Dr. Bela Kovacs
The University of Miskolc HUNGARY

Dr. Oğulcan AVCI
Giresun University TÜRKİYE

Dr. Oluwakemi C. Apata
University of Ibadan NIGERIA

Dr. Daniel Tchorkpa Yokossi
University of Abomey-Calavi BENIN

SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Julian Voynikov
Faculty of Pharmacy at the Medical University of Sofia BULGARIA

Prof. DSc Pavlina Dolashka
Institute of Organic Chemistry with Centre of Phytochemistry BULGARIA

Prof. Dr. Odette Arhip
Ecological University of Bucharest ROMANIA

Prof. Dr. Kamuran ELBEYOĞLU
Girne American University TRNC

Prof. Dr. Necati DEMİR
Gazi University TÜRKİYE

Prof. Dr. Fatih GÜRBÜZ
Bayburt University TÜRKİYE

Prof. Dr. Tinatin Mshvidobadze
Gori State Teaching University GEORGIA

Assoc. Prof. Dr. Raluca Irina Clipa
Alexandru Ioan Cuza University of Iasi ROMANIA

Assoc. Prof. Dr. Bülent BAYRAKTAR
Bayburt University TÜRKİYE

Assist. Prof. Dr. Filiz AYGÜN ERTÜRK
Bayburt University TÜRKİYE

Assist. Prof. Dr. Seda KIZIL
Bayburt University TÜRKİYE

Assist. Prof. Dr. Mehtap DEMİR
Adıyaman University TÜRKİYE

Lect. Dr. Ayten AKCAN
Hitit University TÜRKİYE

Dr. Maira MURZAHMEDOVA
Al - Farabi Kazakh National University KAZAKHSTAN

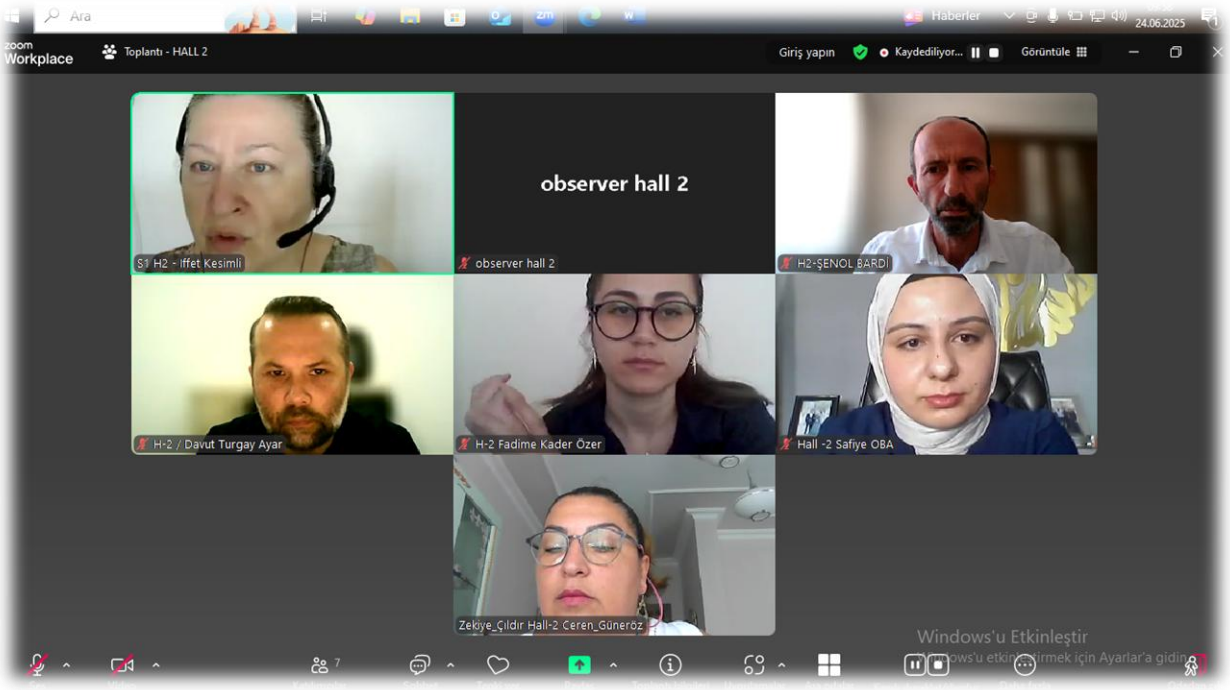
Dr. Burcu TEMEL
Adiyaman University TÜRKİYE

Dr. Vera ABRAMENKOVA
Russian Institute of Family Studies RUSSIA

Dr. Isaevna URKIMBAEVA
Abilai Khan International Relations University KAZAKHSTAN

Dr. Monica GOMOESCU
Transilvania University of Braşov ROMANIA

PHOTO GALLERY



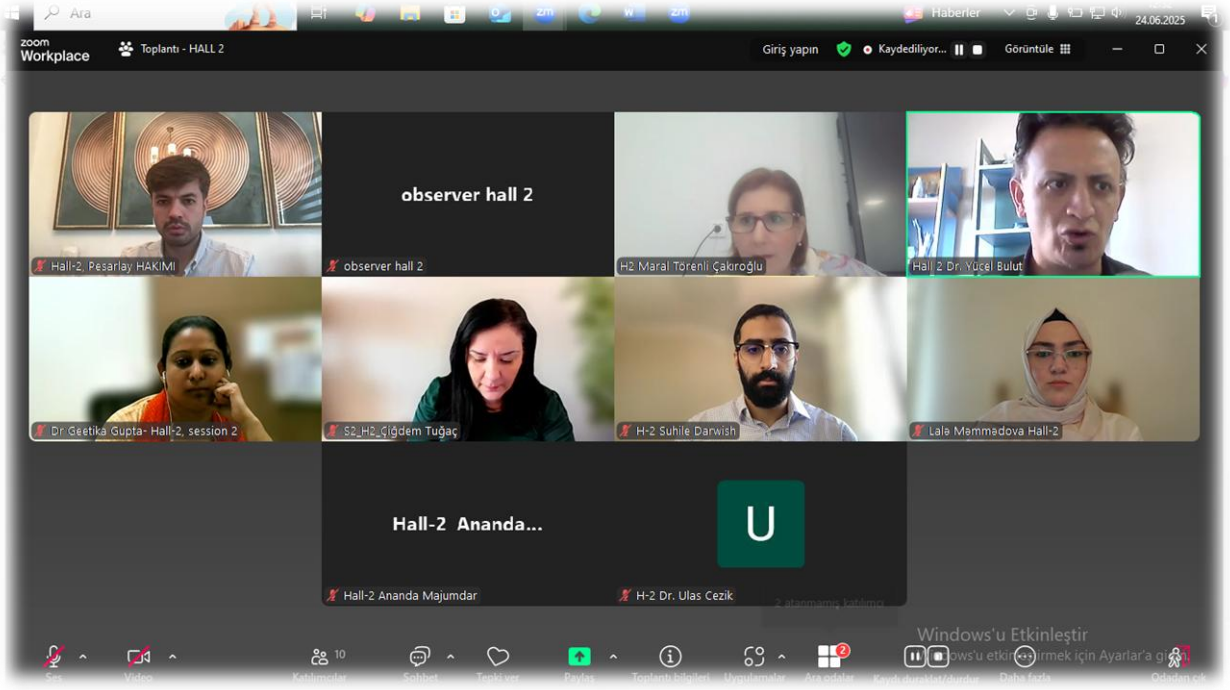
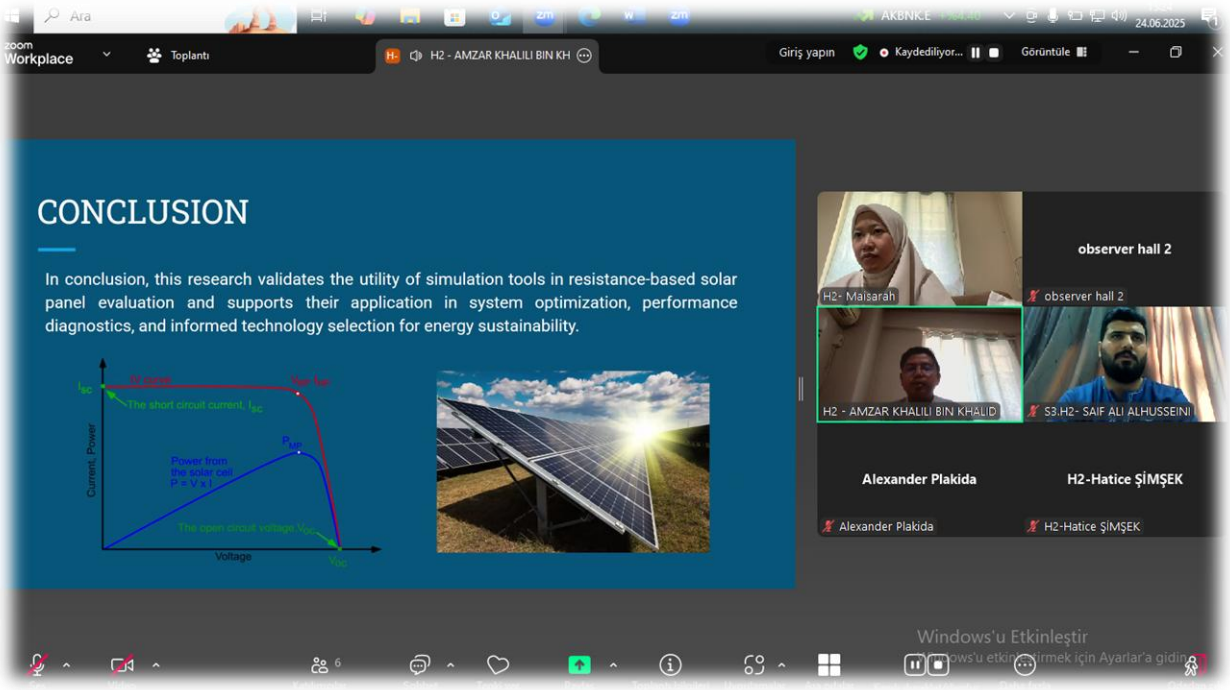


PHOTO GALLERY



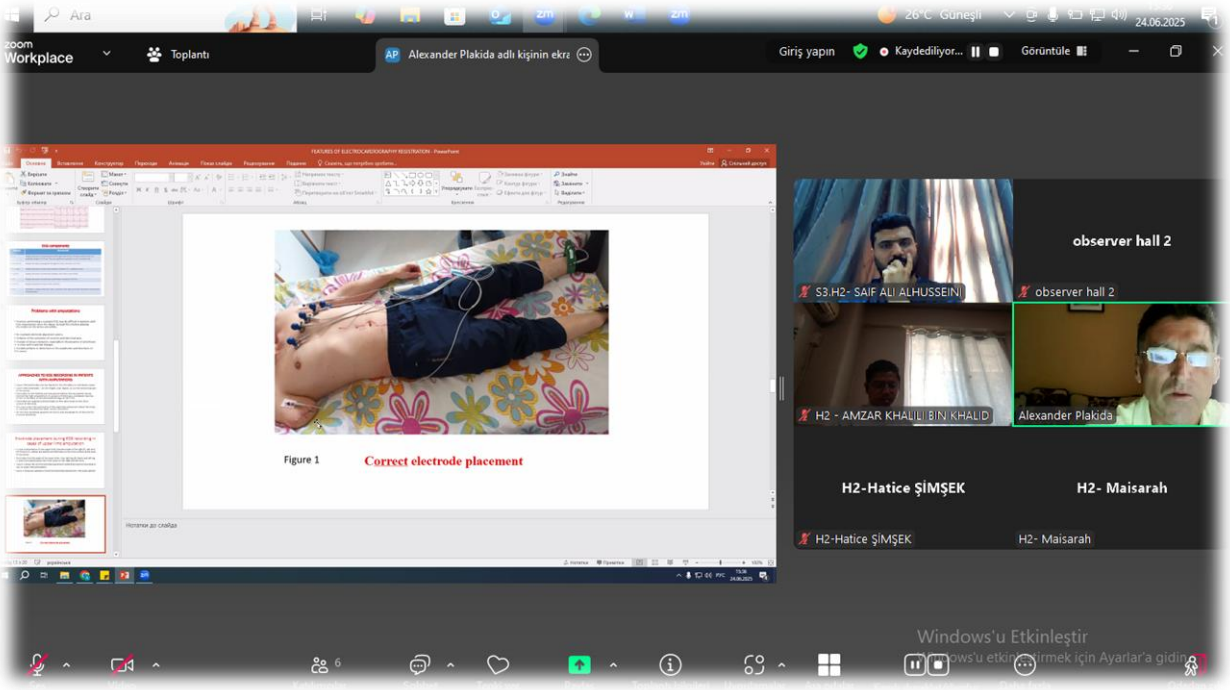
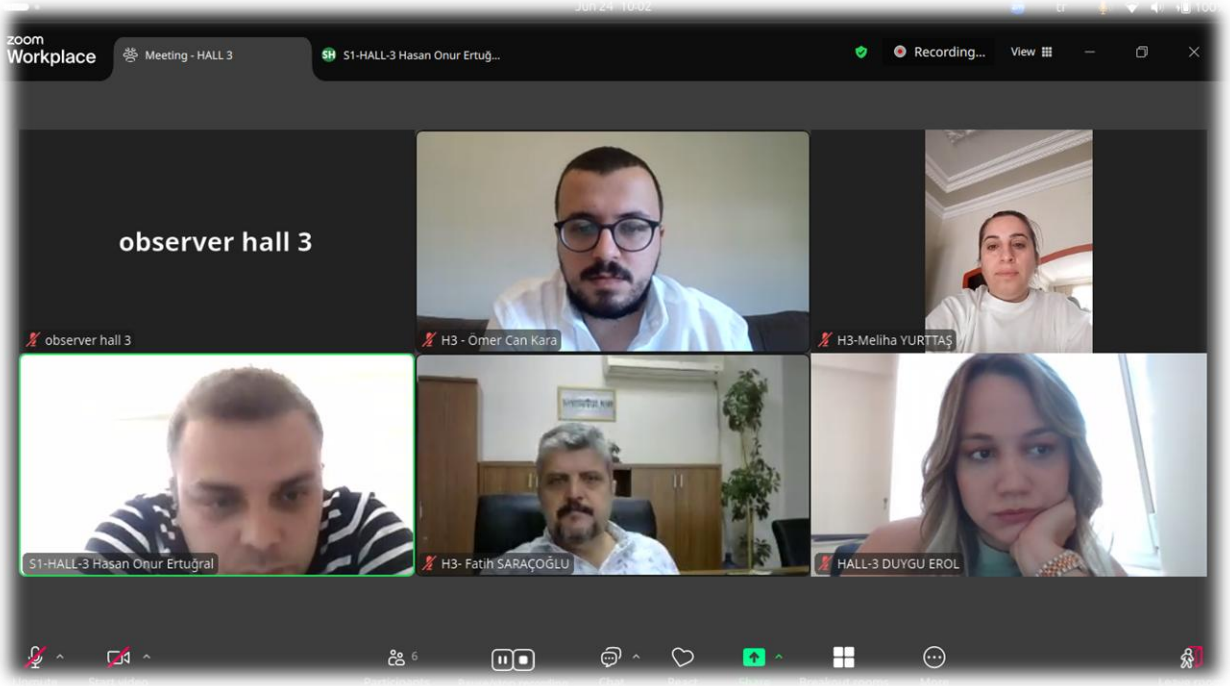


PHOTO GALLERY



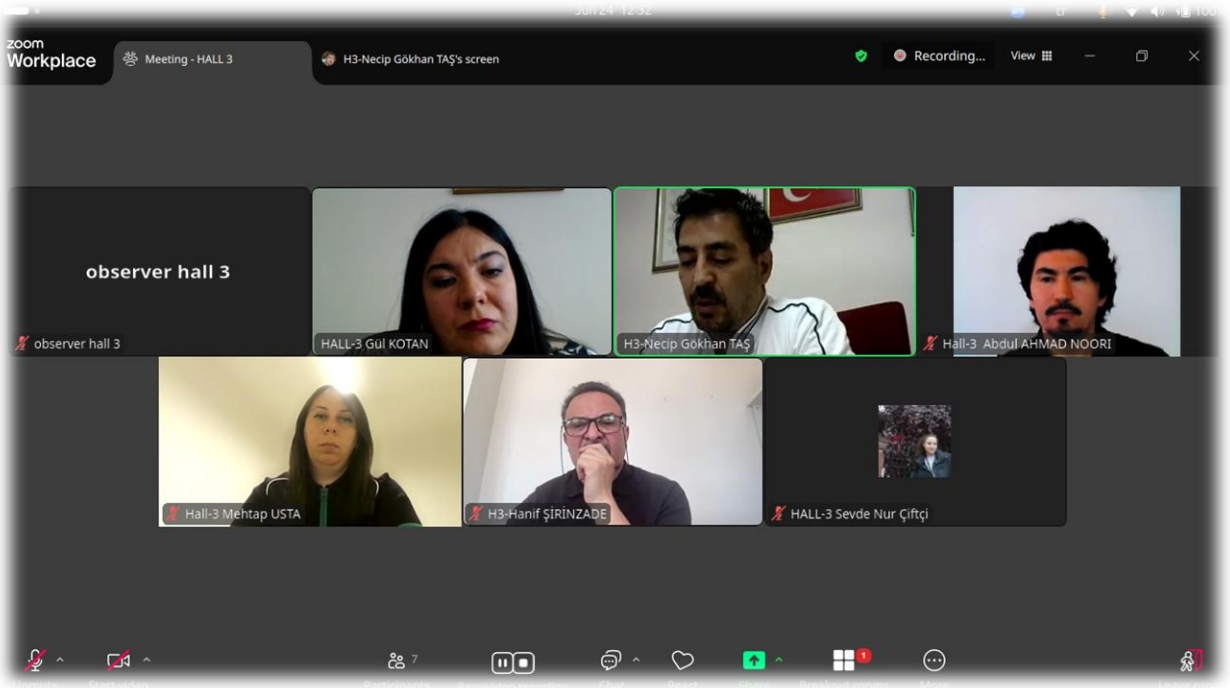


PHOTO GALLERY

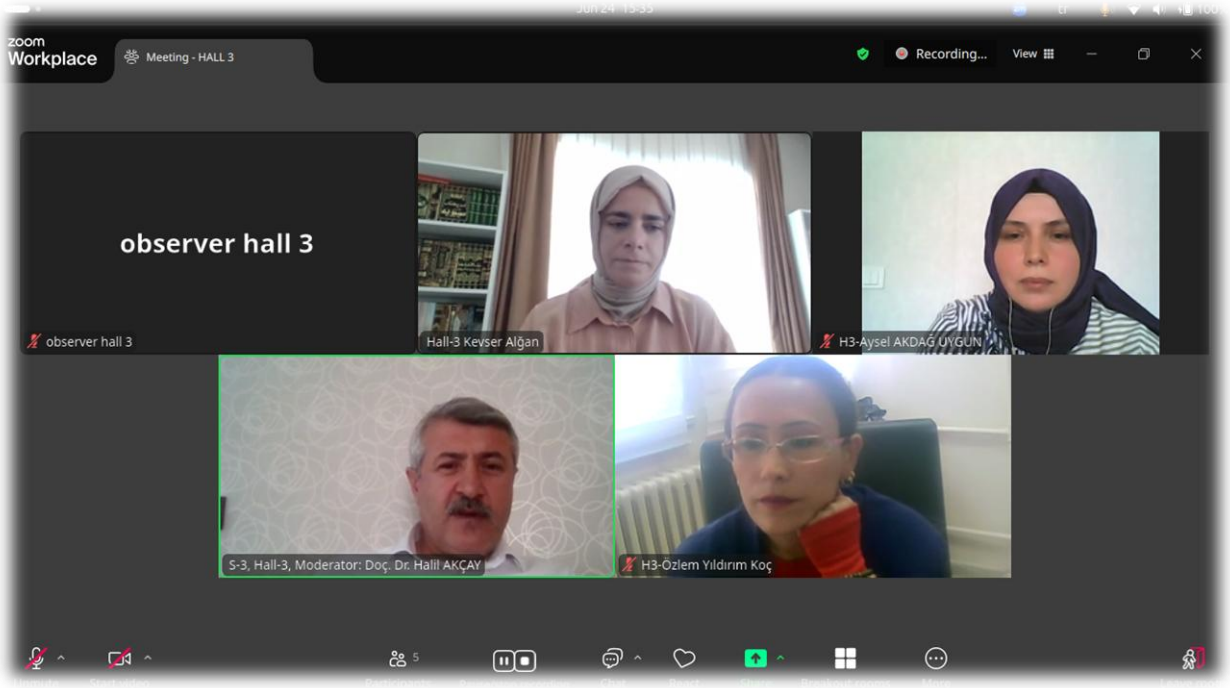
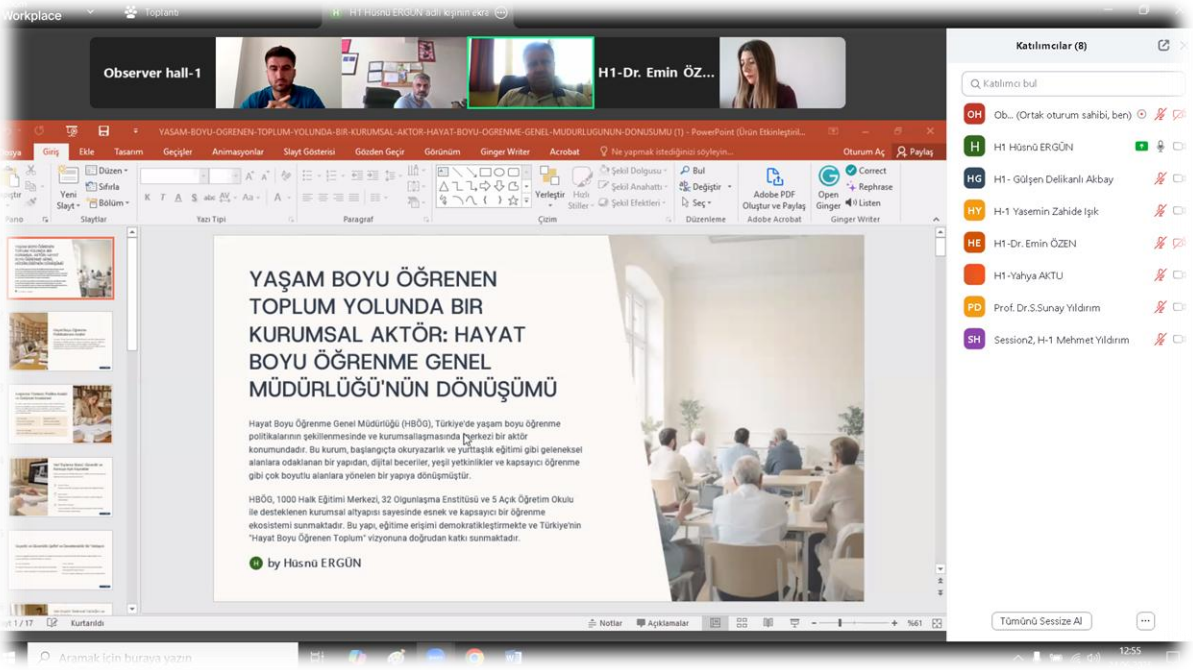


PHOTO GALLERY



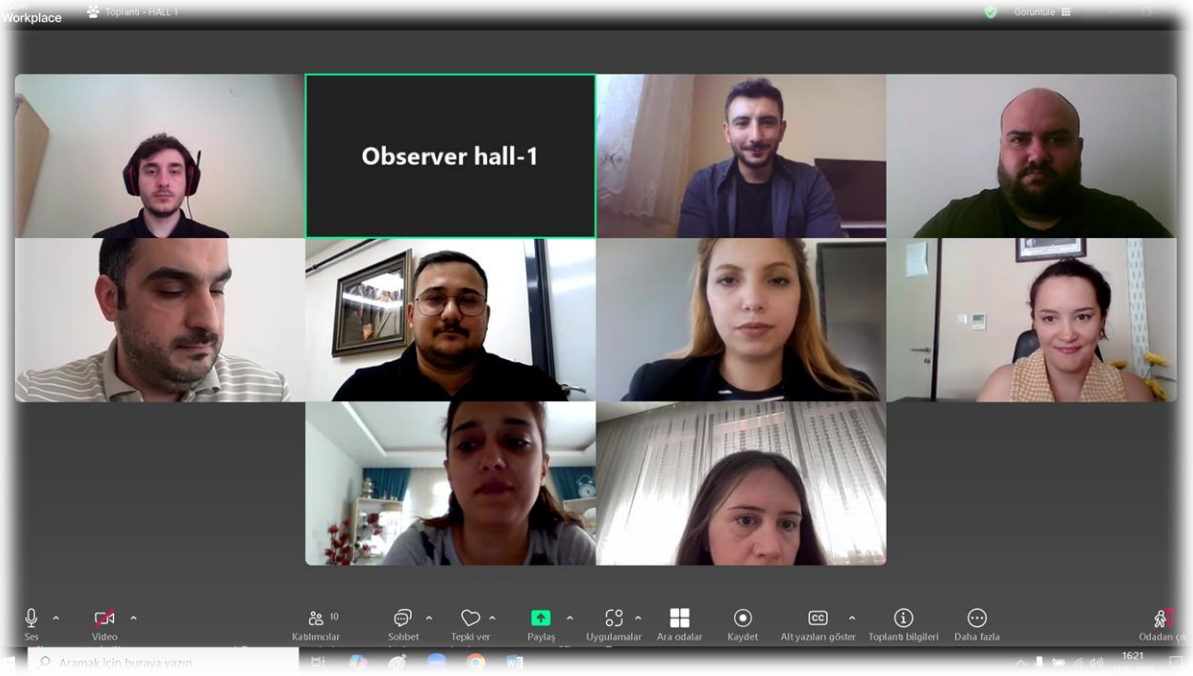
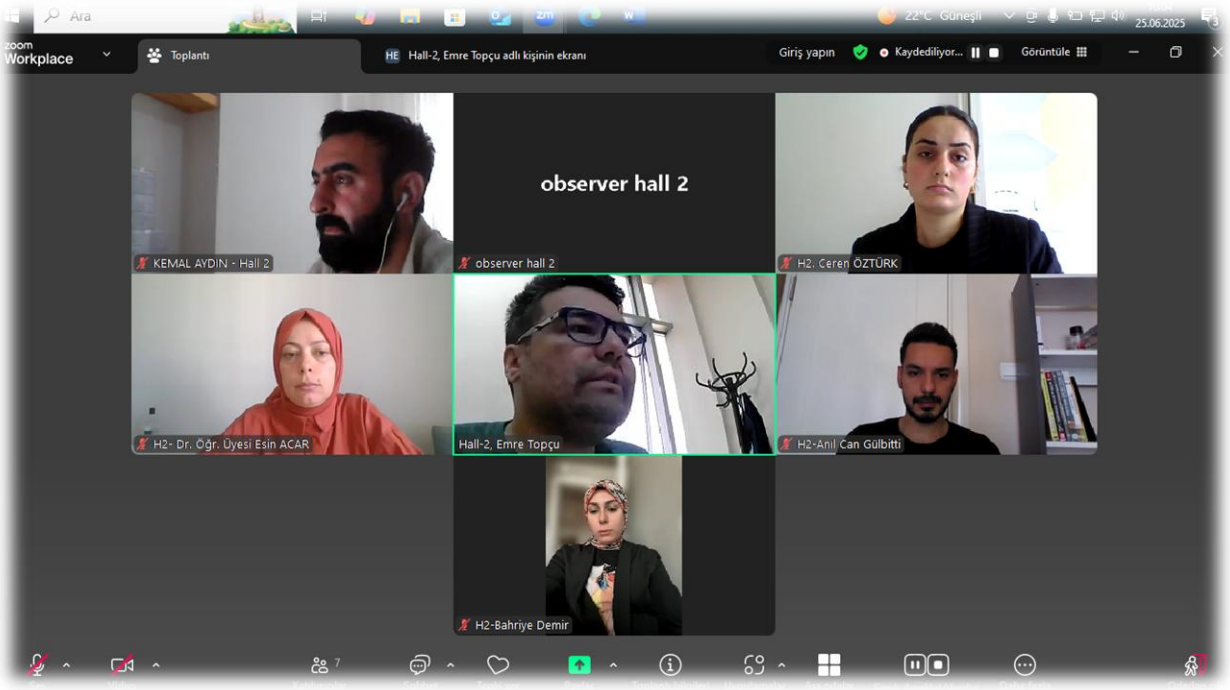


PHOTO GALLERY



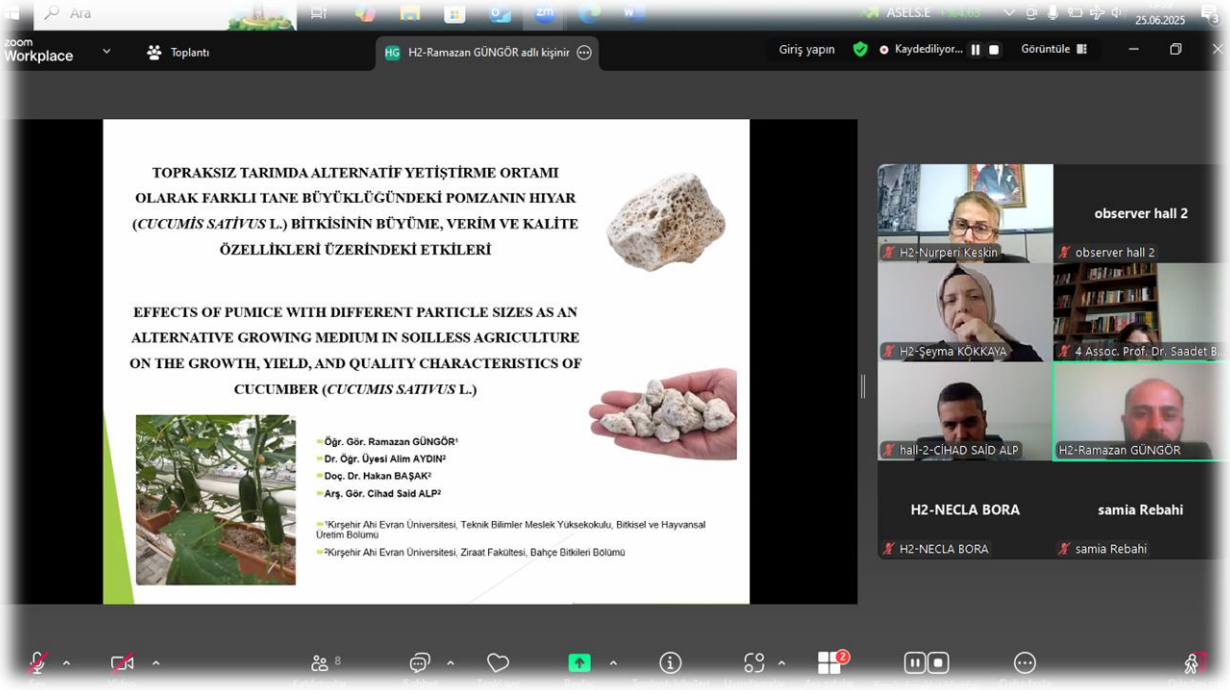
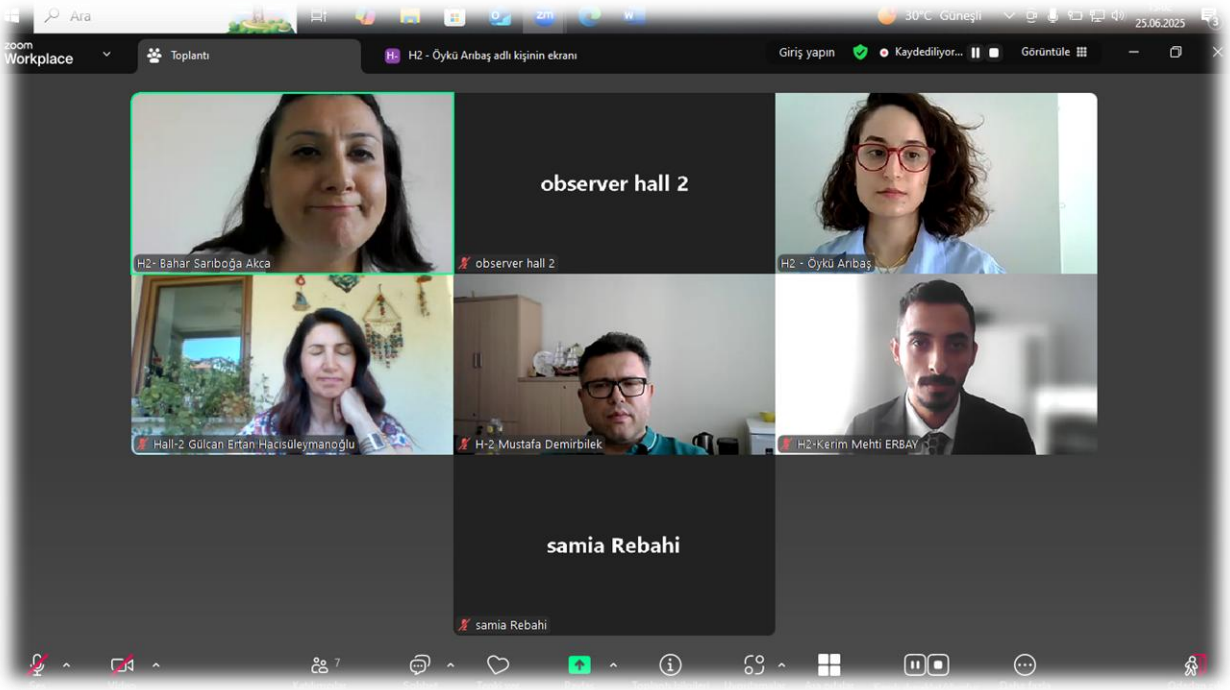


PHOTO GALLERY



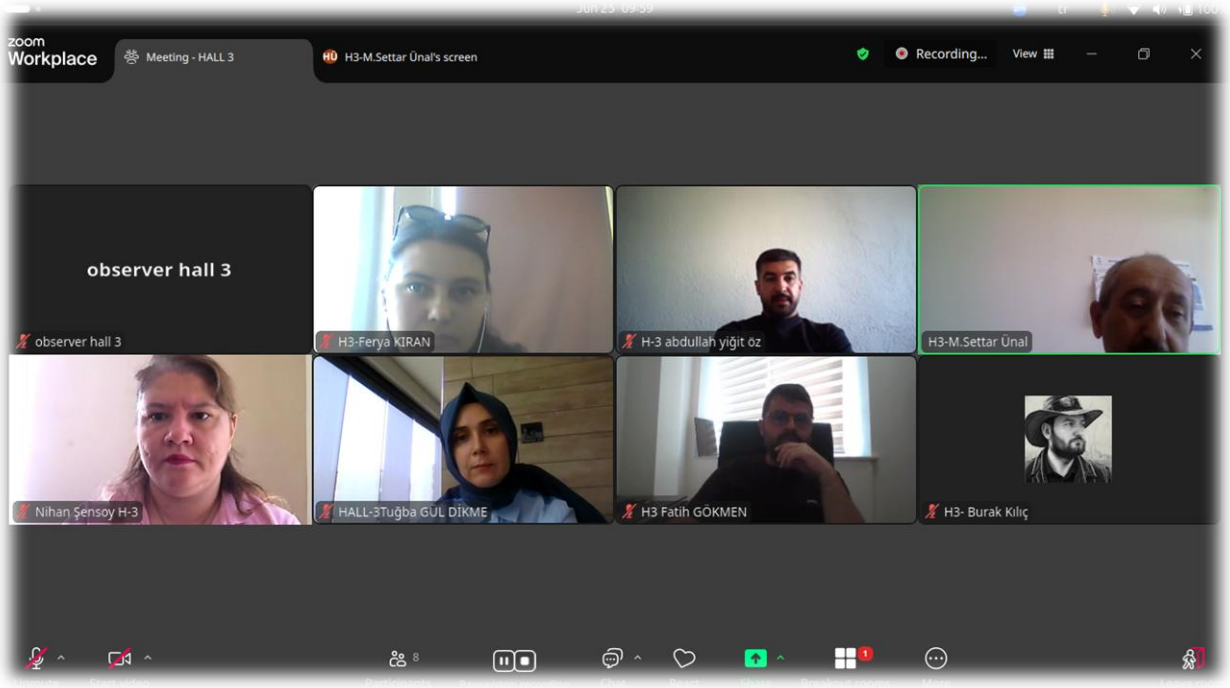
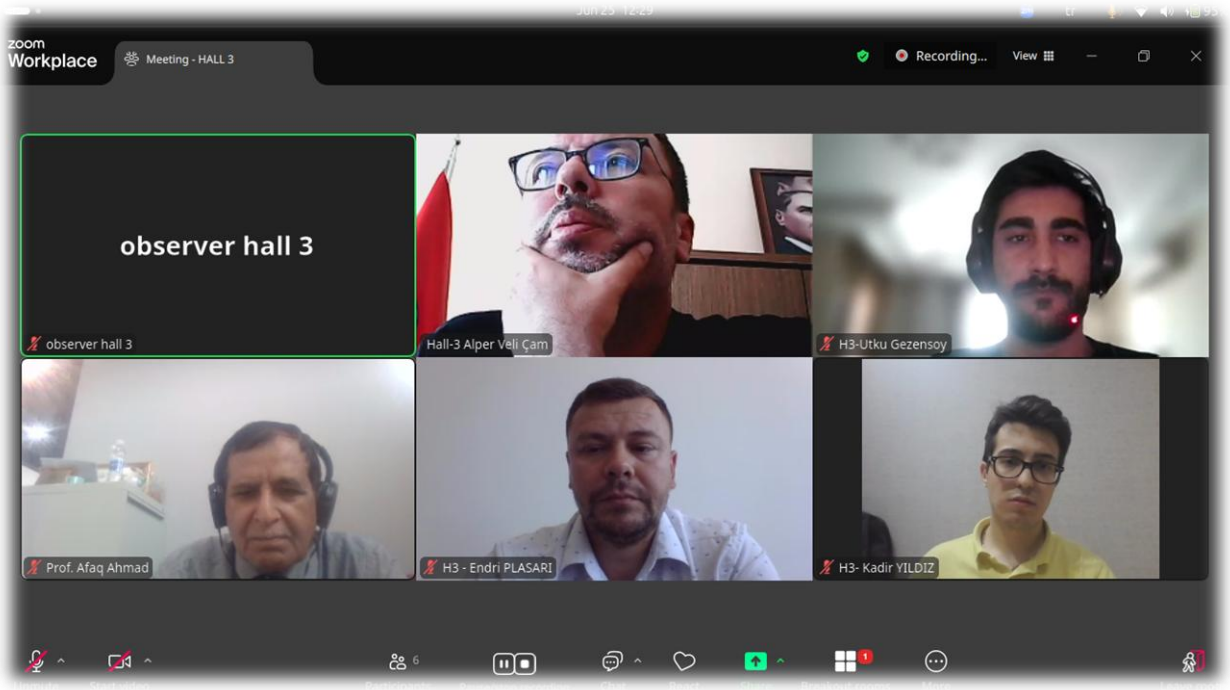


PHOTO GALLERY



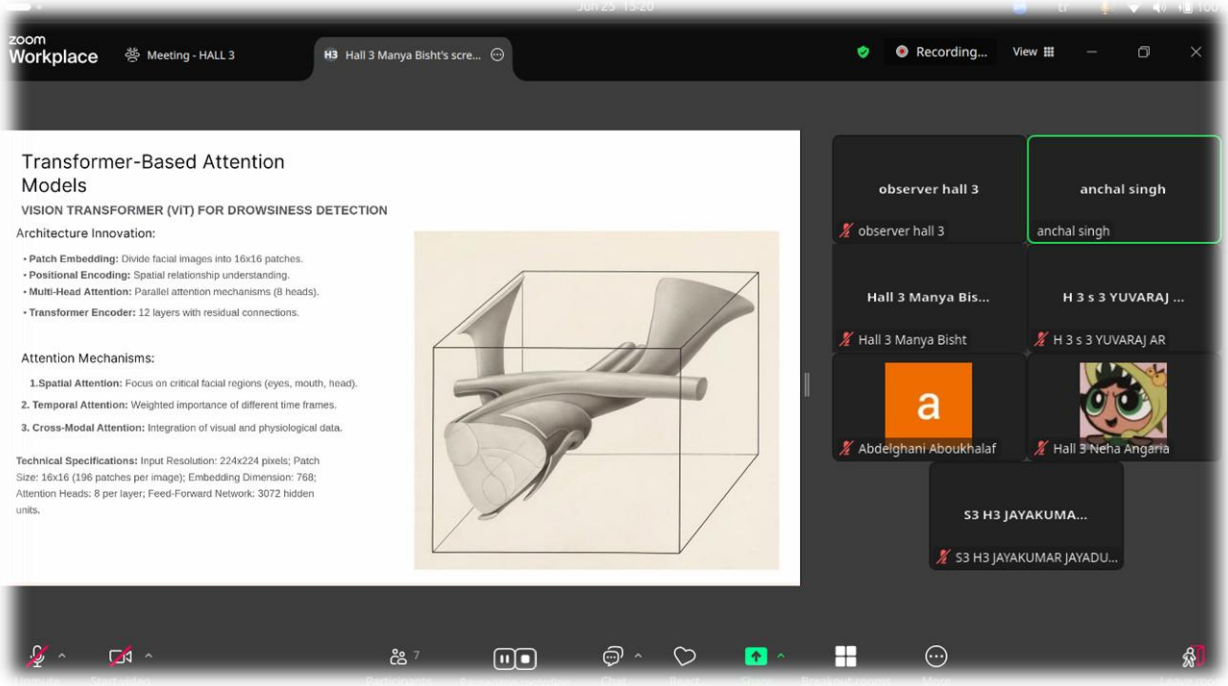


PHOTO GALLERY

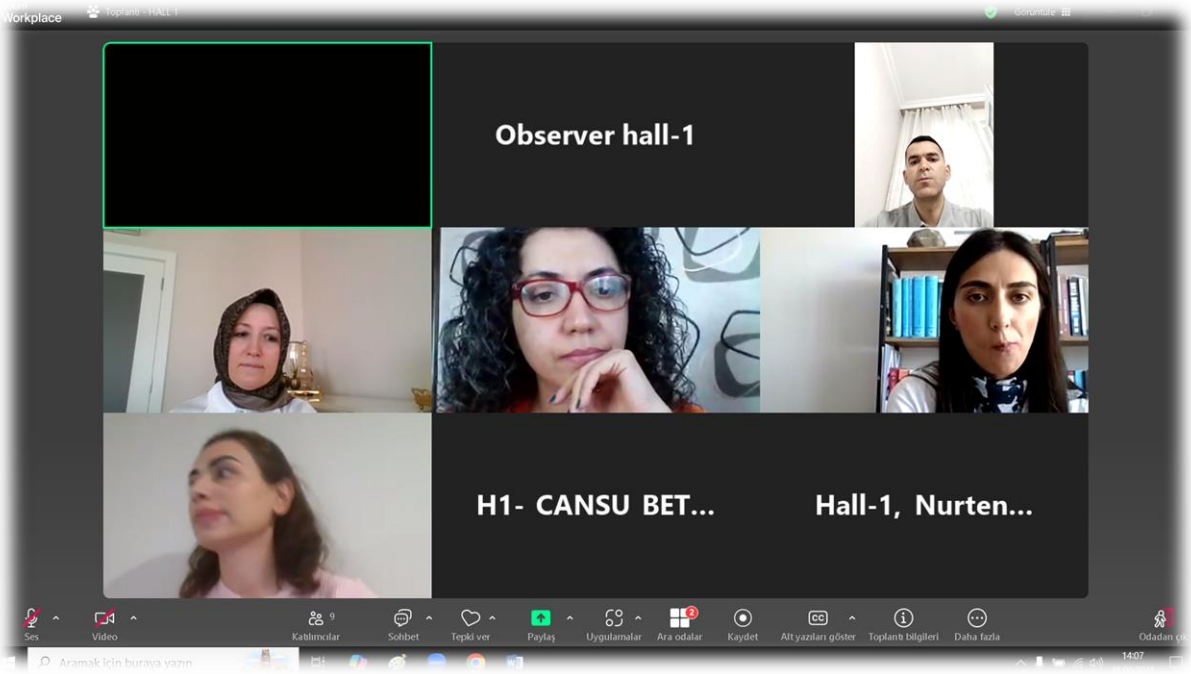


PHOTO GALLERY

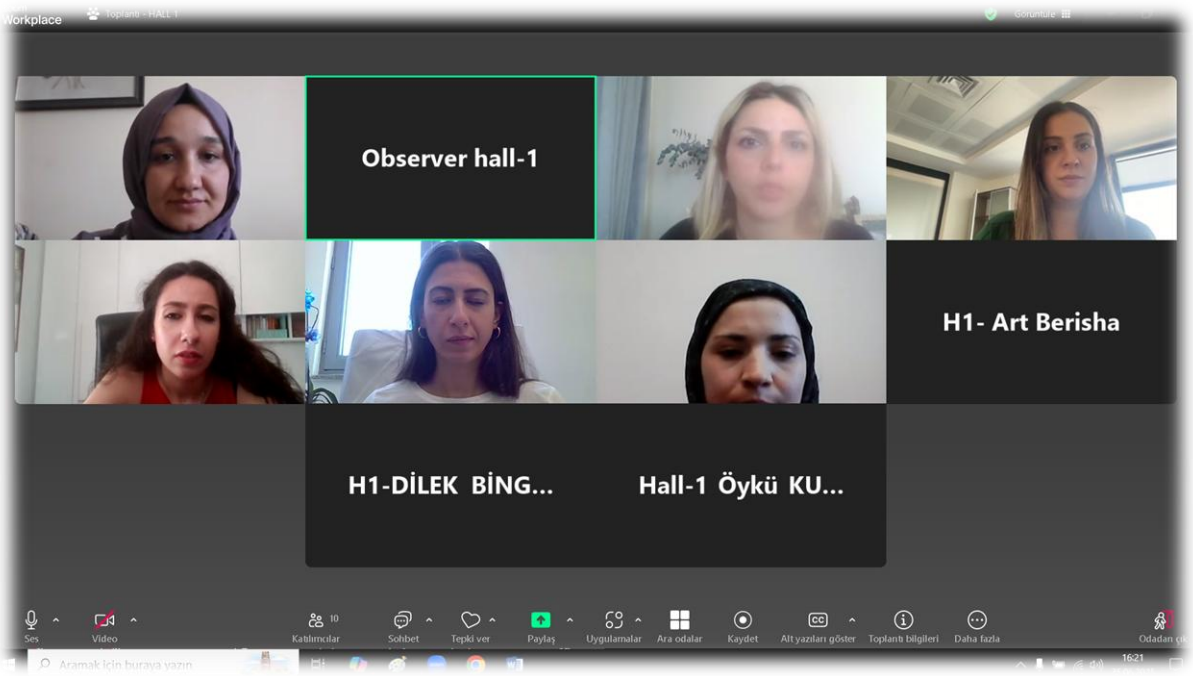
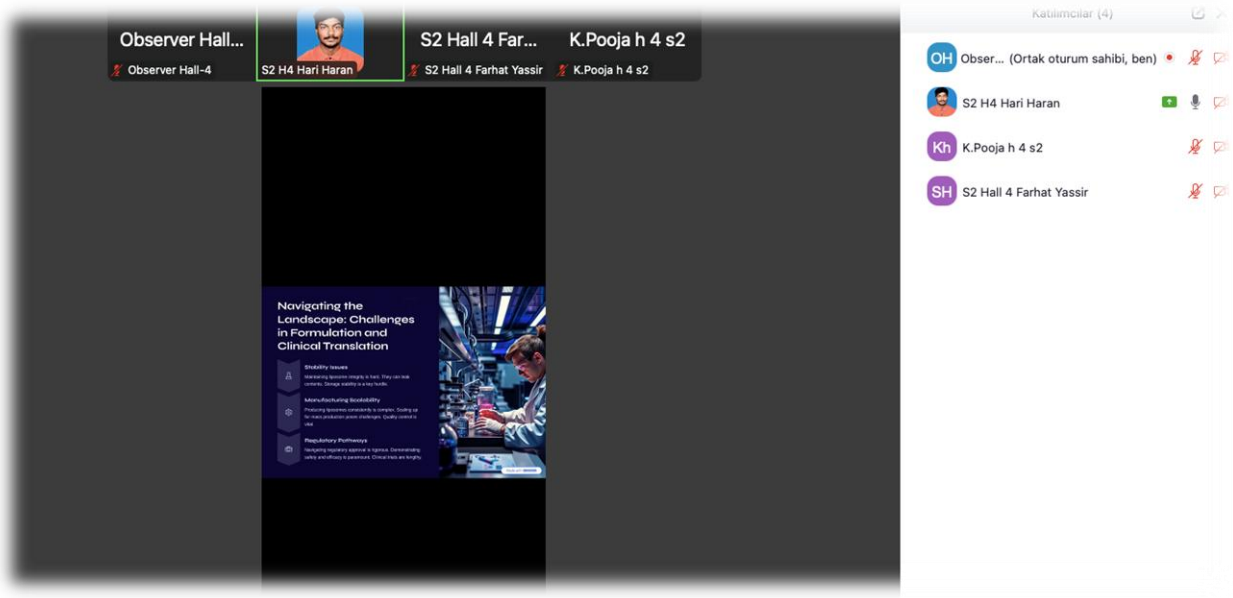


PHOTO GALLERY



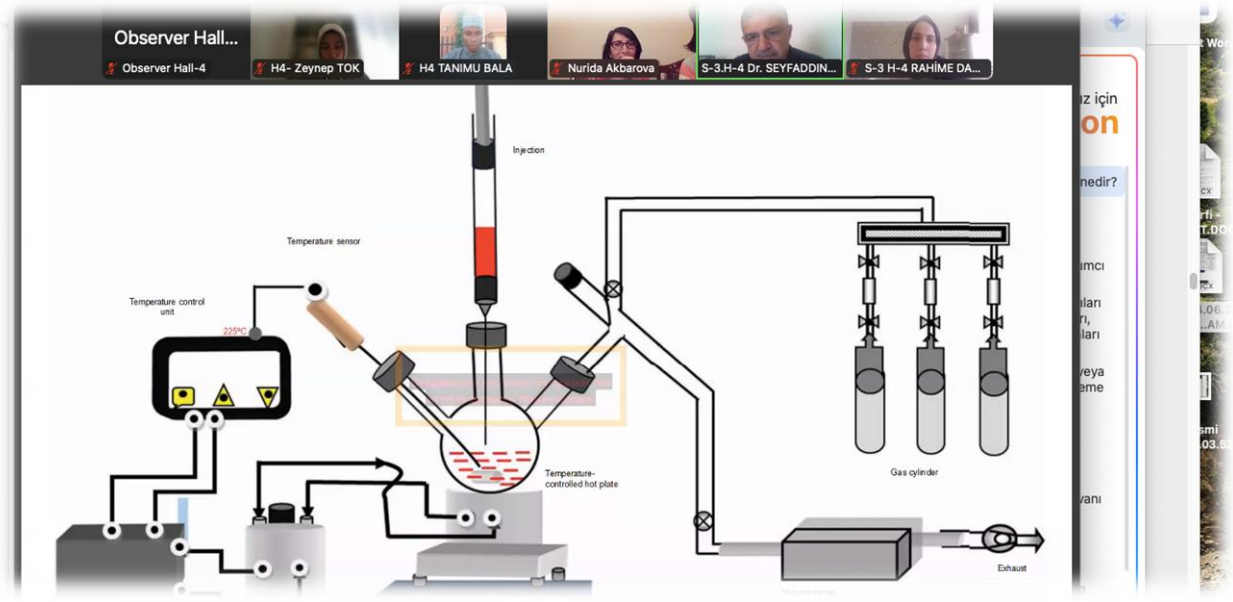


PHOTO GALLERY

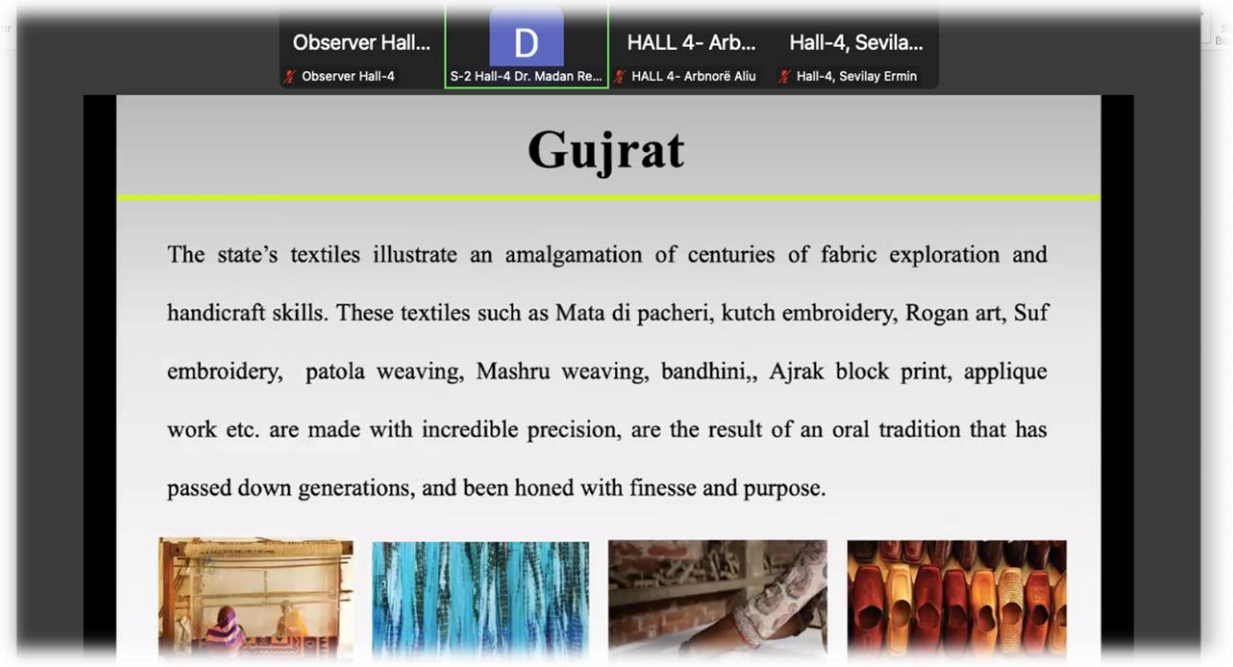
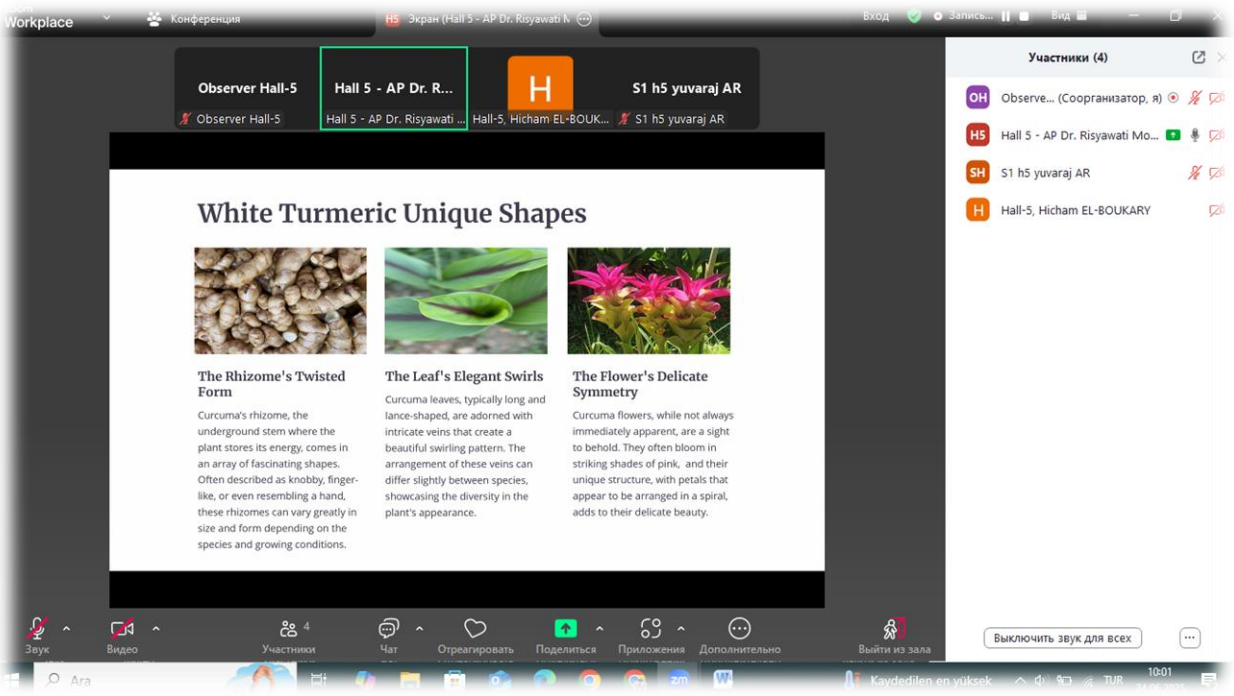


PHOTO GALLERY



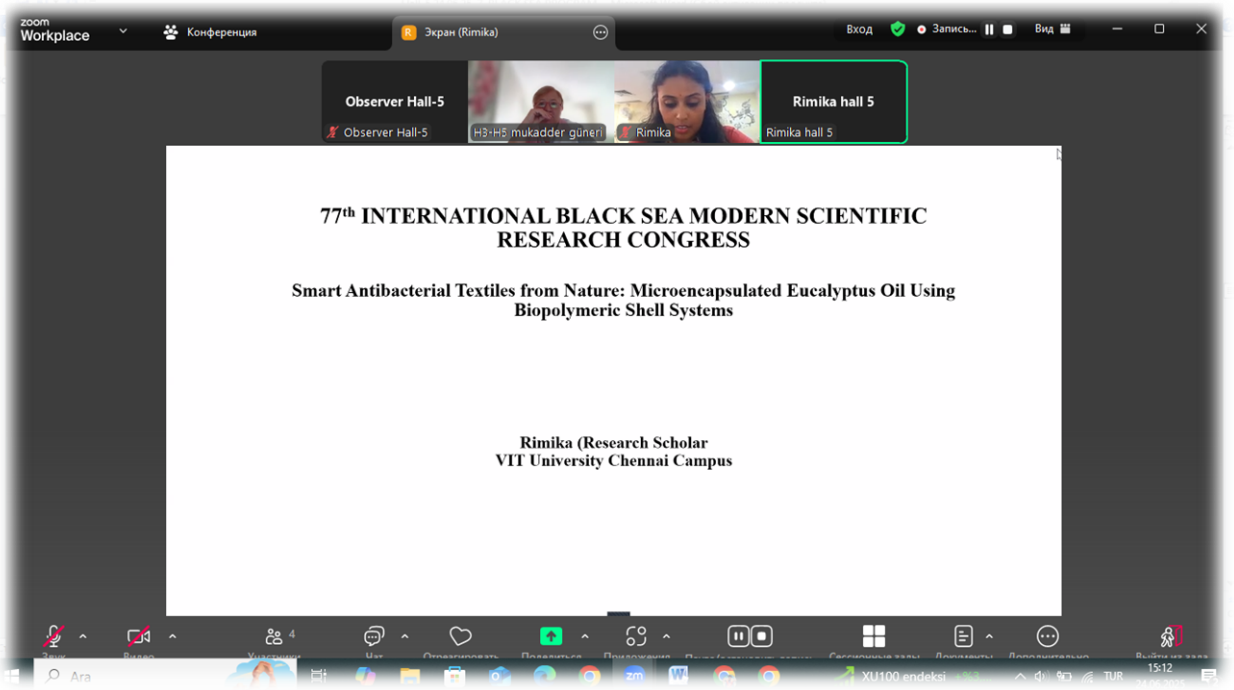


PHOTO GALLERY

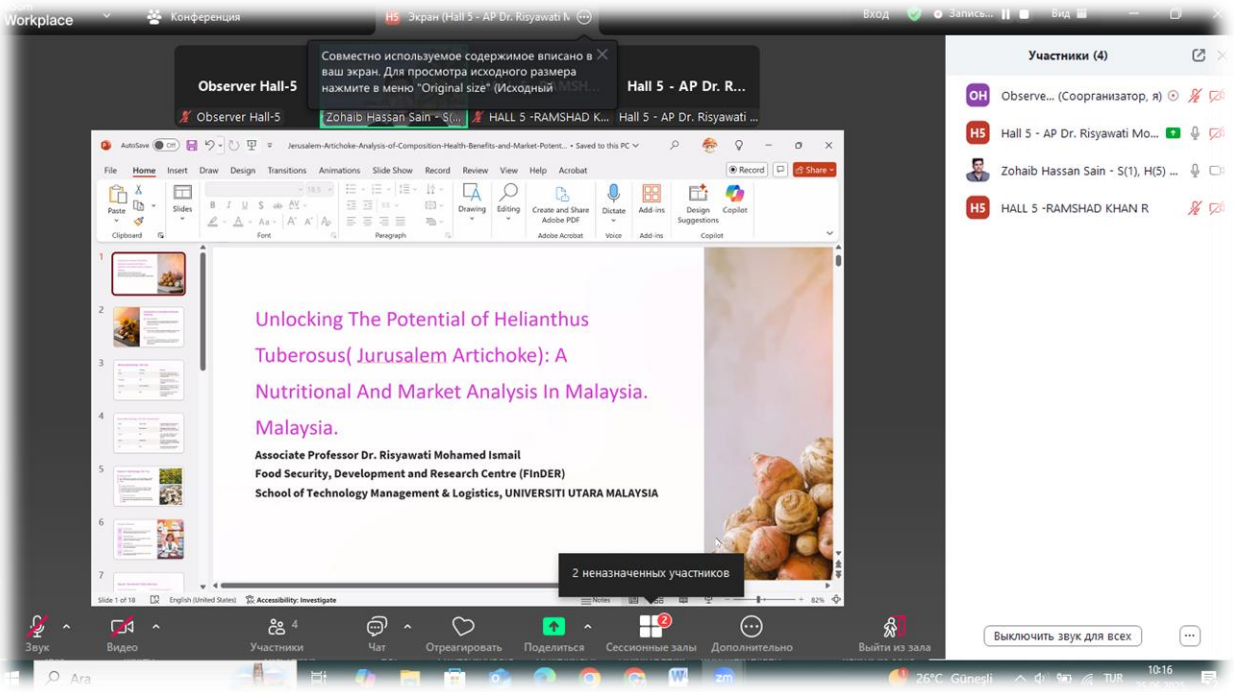
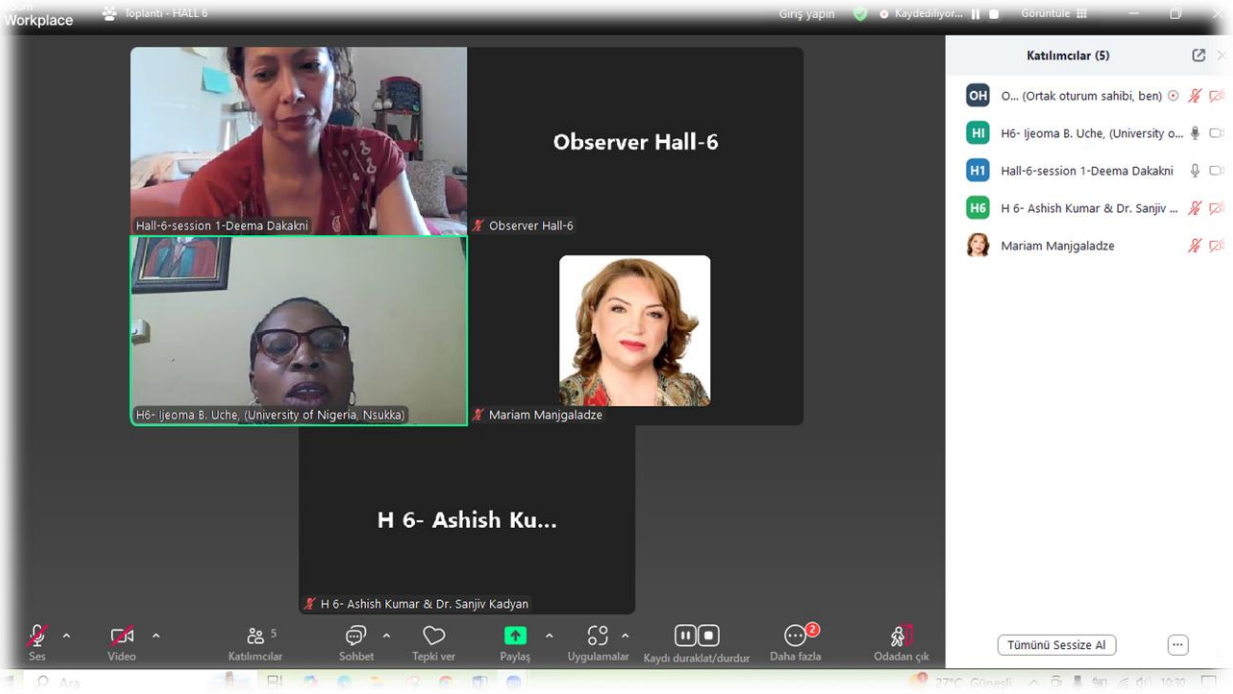


PHOTO GALLERY



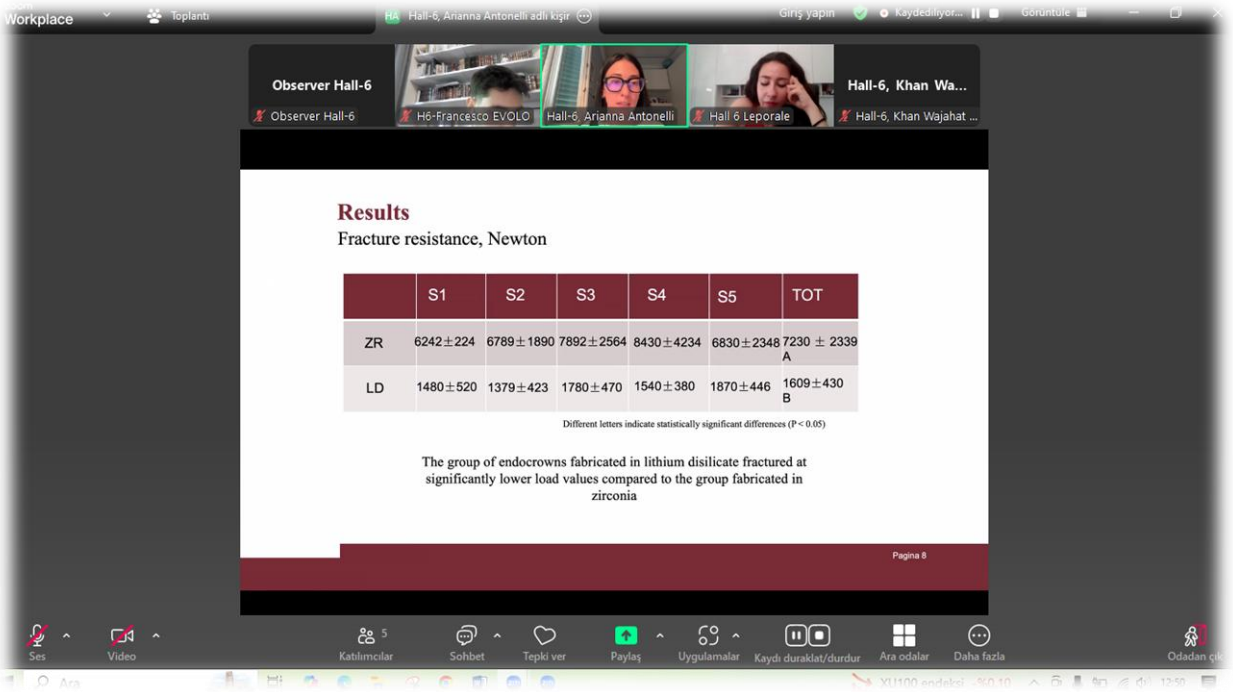
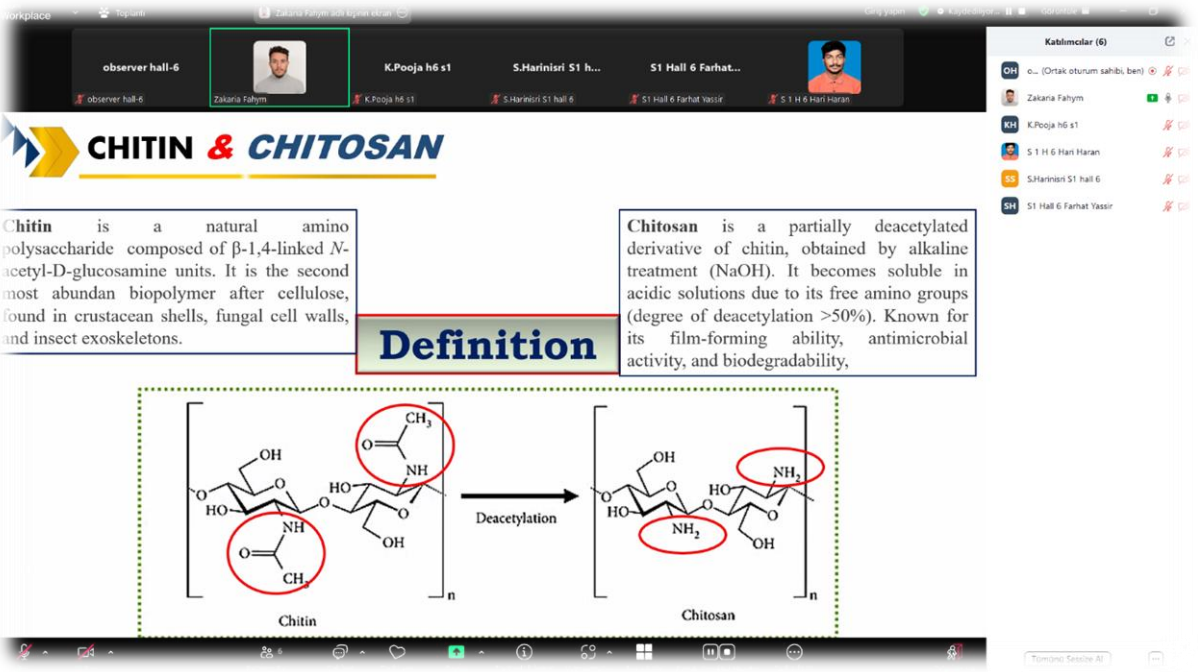
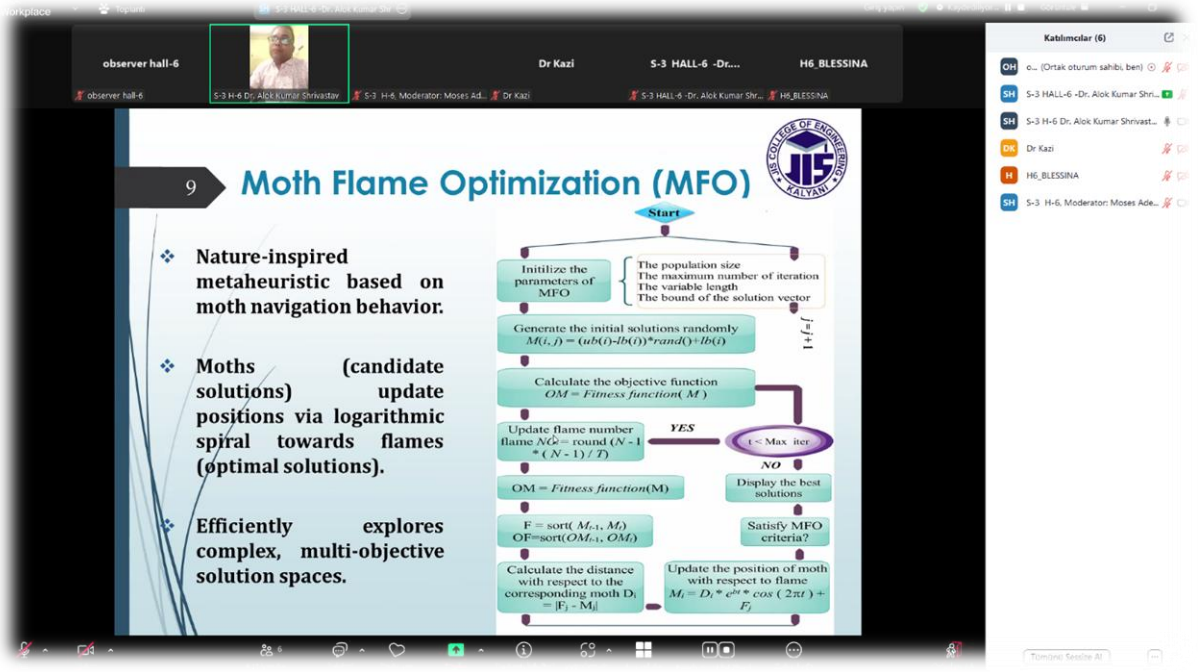


PHOTO GALLERY





7th INTERNATIONAL BLACK SEA MODERN SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

June 24-26, 2025
Artvin, Türkiye

CONGRESS PROGRAM

Zoom Meeting ID: 860 5266 6988
Zoom Passcode: 070707
https://us02web.zoom.us/j/86052666988?pwd=PVLh7ZFBzaTySpyVMwXe8rkZJeUdZx.1

Participant Countries (25):

Türkiye, Morocco, Kosovo, USA, Nigeria, Azerbaijan, Canada, Iraq, Iran, Algeria, Saudi Arabia, Lebanon, Malaysia, Italy, Poland, Serbia, Ghana, Mexico, Romania, Albania, Oman, Pakistan, Ukraine, Portugal, Indonesia, Georgia

Türkiye: 120
Other Countries: 130

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN / IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ✓ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ✓ Online sunum yapabilmek için **https://zoom.us/join** sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ✓ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ✓ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ✓ Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor.
- ✓ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 15 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ✓ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ✓ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ✓ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ✓ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ✓ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ✓ **Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir**
- ✓ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ✓ To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- ✓ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ✓ The Zoom application can be used without registration.
- ✓ The application works on tablets, phones and PCs.
- ✓ The participant must be connected to the session 15 minutes before the presentation time.
- ✓ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ✓ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ✓ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ✓ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ✓ **Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.**
- ✓ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number,

exp. Hall-1, Merve KIDIRYUZ

24.06.2025 / Session-1, Hall-1

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Abdülvahap ÇAKMAK

Title	Author(s)	Affiliation
EXPERIMENTAL AND MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF CO2 LASER CUTTING QUALITY IN CARBON FIBER-REINFORCED THERMOPLASTIC PLATES	Assoc. Prof. Dr. Oğuzhan DER Assoc. Prof. Dr. Gökhan BAŞAR	Bandırma Onyedi Eylül University TÜRKİYE Osmaniye Korkut Ata University TÜRKİYE
THERMAL BEHAVIOR AND SAFETY ASSESSMENT OF LITHIUM-ION BATTERY CELLS VIA CFD	Mehmet Fatih YİĞİT Assoc. Prof. Dr. Tarkan KOCA	İnönü University TÜRKİYE
THERMAL MODELING AND SIMULATION TECHNIQUES FOR PRISMATIC LITHIUM-ION BATTERIES	Mehmet Fatih YİĞİT Assoc. Prof. Dr. Tarkan KOCA	İnönü University TÜRKİYE
SUSTAINABILITY AND ADVANCED EXERGY ANALYSIS OF A TURBOJET ENGINE	Ahmet Burak UYAN Prof. Dr. Hüseyin GÜNERHAN Assoc. Prof. Dr. Cem Tahsin YÜCER	Ege University TÜRKİYE
ANALYSIS OF CORRECT AND INCORRECT DIE CRIMPING OF TERMINALS TO WIRES IN AUTOMOTIVE WIRING HARNESSES	Ezgi ASLANE İsmail GENÇ	Transportation Domestic and Foreign Trade Inc. R&D Electrical Equipment Team Leader, Automotive wiring harness design, Bursa, TÜRKİYE
STRUCTURAL ANALYSIS OF THE BALIK LAKE FISHERY	Adem Sezai BOZAOĞLU	Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE
LAND VEHICLE FIRES IN TÜRKİYE: PRIMARY CAUSES AND PREVENTIVE MEASURES	Ahmet Eren İSSİSU Assoc. Prof. Dr. Abdülvahap ÇAKMAK	Samsun University TÜRKİYE
ANALYSIS OF THE CARBON FOOTPRINT OF SAMSUN UNIVERSITY'S KAVAK CAMPUS	İlker IŞIK Assoc. Prof. Dr. Abdülvahap ÇAKMAK	Samsun University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-1, Hall-2

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. İffet KESİMLİ

Title	Author(s)	Affiliation
ASSESSMENT OF TURKISH AUDIT FIRMS IN THE LIGHT OF PCAOB INSPECTION REPORTS	Assoc. Prof. Dr. İffet KESİMLİ	Kırklareli University TÜRKİYE
RELATIONSHIP BETWEEN ADVERTISING EXPENSES AND FINANCIAL PERFORMANCE: THE EXAMPLE OF PARTICIPATION BANKS	Lect. Şenol BARDİ	Düzce University TÜRKİYE
THE RELATIONSHIP BETWEEN LEADERSHIP, CULTURE, AND PERFORMANCE: A THEORETICAL EXAMINATION IN THE HEALTHCARE SECTOR	Fadime Kader ÖZER Assoc. Prof. Dr. Nazan TORUN	Ankara Yıldırım Beyazıt University TÜRKİYE
DIGITAL RITUALS: CEREMONIAL SHARING PRACTICES AND COLLECTIVE AFFECT ON SOCIAL MEDIA	Dr. Dursun Can ŞİMŞEK	Avrasya University TÜRKİYE
ARTVİN'S ECOMUSEUM POTENTIAL: SEEKING A MODEL AT THE INTERSECTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND CULTURAL HERITAGE	Assoc. Prof. Dr. Zekiye ÇILDIR Assoc. Prof. Dr. Ceren GÜNERÖZ	Artvin Çoruh University TÜRKİYE Ankara University TÜRKİYE
AN ANALYSIS OF SOCIAL MEDIA USE IN TERMS OF PUBLIC RELATIONS ACTIVITIES OF MUNICIPALITIES: THE CASE OF THE BLACK SEA REGION	Davut Turgay AYAR Assist. Prof. Dr. Anıl Uğur OĞUZCAN	Giresun University TÜRKİYE
SOCIAL MEDIA USAGE ANALYSIS OF MUNICIPALITIES IN TERMS OF PUBLIC RELATIONS ACTIVITIES INTERIOR ANATOLIA EXAMPLE	Safiye OBA Assist. Prof. Dr. Anıl Uğur OĞUZCAN	Giresun University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-1, Hall-3

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Prof. Dr. Fatih SARAÇOĞLU

Title	Author(s)	Affiliation
INCOME INEQUALITY AND ITS POLITICAL CONSEQUENCES	Hasan Onur ERTUĞRAL	Ordu University TÜRKİYE
COOPERATIVES AND LOCAL DEVELOPMENT	Hasan Onur ERTUĞRAL	Ordu University TÜRKİYE
A THEORETICAL PERSPECTIVE ON THE FACTORS AFFECTING WOMEN'S PARTICIPATION IN THE LABOR MARKET	Meliha YURTTAŞ	Ordu University TÜRKİYE
CHALLENGES FACED BY WOMEN IN ENTERING THE LABOR MARKET: THE GLASS CEILING SYNDROME	Meliha YURTTAŞ	Ordu University TÜRKİYE
THE ROLES OF PREVENTIVE AND CURATIVE HEALTH CARE IN ECONOMIC DEVELOPMENT	Anna PIROGOVA	İstanbul Technical University TÜRKİYE
A REVIEW OF TÜRKİYE AND ISRAEL DEFENSE INDUSTRY EXPORTS	Ömer Can KARA Assoc. Prof. Dr. Zeynep KARAŞ	Düzce University TÜRKİYE
FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS OF TOURISM SECTOR / ENTERPRISES	Duygu EROL	Zonguldak Bülent Ecevit University TÜRKİYE
EVALUATIONS ON THE EFFECTS OF TAXES ON ALCOHOL AND TOBACCO PRODUCTS IN TURKEY	Prof. Dr. Fatih SARAÇOĞLU Beril SARAÇOĞLU	Ankara Hacı Bayram Veli University TÜRKİYE Gazi University TÜRKİYE
ACTIVITIES CARRIED OUT BY THE REVENUE ADMINISTRATION FOR THE PREVENTION OF TAX LOSSES AND EVASION IN ALCOHOL AND TOBACCO PRODUCTS IN TURKEY	Prof. Dr. Fatih SARAÇOĞLU Assist. Prof. Dr. Öner GÜMÜŞ	Ankara Hacı Bayram Veli University TÜRKİYE Kütahya Dumlupınar University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-1, Hall-4

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Mahira Firudin kizi Amirova

Title	Author(s)	Affiliation
CHRONIC ANAL FISSURE MANAGEMENT WITH BOTULINUM TOXIN INJECTIONS AND LATERAL INTERNAL SPHINCTEROTOMY	Assoc. Prof. Gullu Khanlar Abdiyeva Assoc. Prof. Mahira Firudin kizi Amirova	Azerbaijan Medical University AZERBAIJAN
REPRODUCTIVE HEALTH AND FAMILY PLANNING IN THE CONTEXT OF UTERINE FIBROIDS MODERN TREATMENT	Assoc. Prof. Mahira Firudin kizi Amirova Assoc. Prof. Gultekin Rafiq Javadova Ellada Eldar qizi Huseynova Nigar Veli kizi Melikova	Azerbaijan Medical University AZERBAIJAN
IN SILICO PREDICTION OF HEPATOTOXICITY AND SYSTEMIC ADVERSE EFFECTS OF NOVEL HYDRAZONE ESTER DERIVATIVES USING ADVER-PRED	Gulnar Atakishiyeva Nigar Ahmedova Sevinç Muhtarova Assoc. Prof. Gulnara Babayeva Khatira Garazade Abel Maharramov	Baku State University AZERBAIJAN Baku State University AZERBAIJAN Azerbaijan Technical University AZERBAIJAN Azerbaijan Technical University AZERBAIJAN Baku State University AZERBAIJAN Baku State University AZERBAIJAN
IN SILICO PREDICTION OF ANTIBACTERIAL TARGETS OF HYDRAZONE ESTER DERIVATIVES USING ANTIBAC-PRED	Gulnar Atakishiyeva Ayten Qajar Sevinç Muhtarova Assoc. Prof. Sima Musayeva Assoc. Prof. Ilhama Hamdullayeva Assoc. Prof. Gulnara Babayeva	Baku State University AZERBAIJAN Baku State University AZERBAIJAN Azerbaijan Technical University AZERBAIJAN Azerbaijan Technical University AZERBAIJAN Azerbaijan Technical University AZERBAIJAN Azerbaijan Technical University AZERBAIJAN
A GENERAL OVERVIEW OF THE CURRENT STATUS OF THE WORLD ALPACA INDUSTRY	Prof. Dr. Rıza ATAV Serkan BALCI Durul Büşra DİLDEN	Tekirdağ Namık Kemal University TÜRKİYE Beymen Retail and Textile Investments Inc. İstanbul TÜRKİYE Beymen Retail and Textile Investments Inc. İstanbul TÜRKİYE
INVESTIGATION OF VARIOUS PERFORMANCE PROPERTIES OF DYED 100% ACRYLUNA AND 70% ACRYLUNA / 30% WOOL KNITTED FABRICS	Selma SOYSAL Prof. Dr. Rıza ATAV	Gulle Textile, Ergene-Tekirdağ TÜRKİYE Tekirdağ Namık Kemal University TÜRKİYE
RESEARCH ON THE ROLE IN THE GROWTH OF ELECTRONIC COMMERCE AND CASHLESS PAYMENTS IN AZERBAIJAN (2022-2024)	Mammadov Shamkhal Guluyar	Odlar Yurdu University AZERBAIJAN

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-1, Hall-5

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Risyawati MOHAMED ISMAIL

Title	Author(s)	Affiliation
POTENTIAL APPLICATIONS OF ENDOPHYTES AS A SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN VARIOUS SECTORS	Hicham EL-BOUKARY Hamza ELKISSANY Adil LAAZIZ Abdelouahed HAJJAJI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO Sultan Moulay Slimane University MOROCCO Sidi Mohamed Ben Abdellah University MOROCCO Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
REVOLUTIONIZING CANCER DIAGNOSIS: THE POTENTIAL OF 3D PRINTED NANOSENSORS	Assist. Prof. Babita Gupta	Institute of Technology and Management Gida Gorakhpur INDIA
WHITE TURMERIC AS A FUCNTIONAL INGREDIENT : ANTIOXIDANT PROPERTIES OF CURCUMA ZEDOARIA EXTRACTS	Assoc. Prof. Dr. Risyawati MOHAMED ISMAIL	Utara University MALAYSIA
HYPERTENSION AND THE PROMISE OF HERBAL NANOMEDICINE: A NEW ERA IN BLOOD PRESSURE MANAGEMENT	Mrs.E.Elavarasi Yuvaraj AR J.Jayadurka Dr.R.Srinivasan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
GREEN SYNTHESIS OF CHARACTERIZED ZNO NANOPARTICLES FROM CYMBOPOGON CITRATUS (LEMON GRASS) EXTRACT AND THEIR ANTIBACTERIAL PROPERTIES	Johnson O. Momoh Inemesit A. Udofia Sanjeev Kumar Oluwasegun M. Adekunle	Lagos State University of Science and Technology NIGERIA CALEB University NIGERIA Chandigarh University INDIA Lagos State University of Science and Technology NIGERIA
WILD EDIBLE PLANTS FROM MOROCCO AS POTENTIAL SOURCES OF ANTIMICROBIAL AGENTS AGAINST PATHOGENIC MICROBES	Aboukhalaf Abdelghani Houda ElYacoubi Atmane Rochdi Elbiyad Jamila Belahsen Rekia	Ibn Tofail University MOROCCO Ibn Tofail University MOROCCO Ibn Tofail University MOROCCO Chouaib Doukkali University MOROCCO Chouaib Doukkali University MOROCCO
IN VITRO SALINITY TOLERANCE OF LOCAL CACTUS OPUNTIA FICUS INDICA AND OPUNTIA ROBUSTA	Chokri BAYOUDH Malek BEN ALI Afifa MAJDOUB Taoufik BETTAIEB	Centre on Horticulture and Organic Agriculture (CRRHAB) TUNISIA Monastir University TUNISIA Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture (CRRHAB) TUNISIA National Agronomic Institute of Tunisia, TUNISIA
ADVERSE DRUG REACTIONS ASSOCIATED WITH FIRST-LINE ANTI-TUBERCULOSIS THERAPY: A PROSPECTIVE PHARMACOVIGILANCE STUDY	MADHUMITHA S,VIJITHA.V, Dr.K.RAJAGANAPATHY	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-1, Hall-6

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Prof. Dr. Laila AFIA

Title	Author(s)	Affiliation
FUNGI: AN ALTERNATIVE SUSTAINABLE SOURCE OF CHITIN AND CHITOSAN FOR HIGH-VALUE AND INNOVATIVE APPLICATIONS	Zakaria FAHYM Hafida MAARIR Amine MOUBARIK Abdelouahed HAJJAJI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
REMOVAL OF COPPER FROM WASTEWATER ORIGINATING FROM METAL SURFACE TREATMENT BY ELECTROCOAGULATION	Ahmed SALIM	Hassan II University MOROCCO
OVERVIEW ON ASTHMA A NON-COMMUNICABLE DISEASE	K.Pooja Dr. M.K. Vijayalakshmi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
EVALUATION OF 2-HYDROXY-1-(2-HYDROXY-4-SULFO-1-NAPHTHYLAZO)-3- NAPHTHOIC ACID AS AN INNOVATIVE CORROSION INHIBITOR FOR C38 STEEL IN HCL MEDIUM	Prof. Dr. Laila AFIA Prof. Dr. Rachid SALGHI	Ibnou Zohr University MOROCCO
OXIDATIVE STRESS, ANTIOXIDANTS AND DIABETES: BRIDGING THE PATHOPHYSIOLOGY WITH TREATMENT	Awadhesh Kumar Akash Ved Dr. Shom Prakash Kushwaha	Integral University INDIA
DIABETICS AND IT'S TREATMENT	M.Farhatyassir V.Hariharan S.Harini T.Vanitha Mrs.E.Elavarasi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
ANTI INFLAMMATION DRUGS	M.Farhatyassir V.Hariharan S.Harini T.Vanitha Mrs.E.Elavarasi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
HEART FAILURE	M.Farhatyassir V.Hariharan S.Harini T.Vanitha Mrs.E.Elavarasi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-2, Hall-1

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Hüsnü ERGÜN

Title	Author(s)	Affiliation
AN EXAMINATION OF TEACHERS' APPROACHES TO USING COMPLEMENTARY ASSESSMENT AND EVALUATION METHODS	Dr. Emin ÖZEN Ali ÇAM Volkan ÇİÇEK Burhan BOZTAŞ Hasan TURAN	"Eskişehir Technical University TÜRKİYE Eskişehir Assesment and Evaluation Center TÜRKİYE" Eskişehir Assesment and Evaluation Center TÜRKİYE Eskişehir Assesment and Evaluation Center TÜRKİYE Eskişehir Assesment and Evaluation Center TÜRKİYE Eskişehir Assesment and Evaluation Center TÜRKİYE
THE RIGHT TO EDUCATION AND EQUALITY IN THE CONTEXT OF ACCESS TO SPECIAL EDUCATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF NATIONAL AND INTERNATIONAL REGULATIONS	Assoc. Prof. Dr. Hüsnü ERGÜN	Pamukkale University TÜRKİYE
A INSTITUTIONAL ACTOR ON THE PATH TO A LIFELONG LEARNING SOCIETY: THE TRANSFORMATION OF THE DIRECTORATE GENERAL FOR LIFELONG LEARNING	Assoc. Prof. Dr. Hüsnü ERGÜN	Pamukkale University TÜRKİYE
THE MEDIATING ROLE OF PARENTAL REGRET IN THE RELATIONSHIP BETWEEN PARENTAL SELF-STIGMA AND PARENTAL BURNOUT	Assoc. Prof. Dr. Yahya AKTU	Siirt University TÜRKİYE
THE MEDIATING ROLE OF SELF-ESTEEM IN THE RELATIONSHIP BETWEEN PROBLEMATIC INTERNET USAGE AND THE ONLINE GROOMING RISK AMONG ADOLESCENTS	Assoc. Prof. Dr. Yahya AKTU	Siirt University TÜRKİYE
COMPILATION OF STUDIES ON ADULTHOOD IN INDIVIDUALS WITH SPECIAL NEEDS	Mehmet YILDIRIM Prof. Dr. S. Sunay Yıldırım DOĞRU	Dokuz Eylül University TÜRKİYE
CLUSTER ANALYSIS BASED ON NUTRITION AND EXERCISE HABITS OF YOUNG ADULTS	Gülşen DELİKANLI AKBAY	Karadeniz Technical University TÜRKİYE
A COMPARISON OF MALE AND FEMALE TEACHER SCHOOLS IN THE OTTOMAN EMPIRE THROUGH THE DARULMUALLIMAT AND DARULMUALLIMIN SCHOOLS	Assist. Prof. Dr. Yasemin Zahide IŞIK	Munzur University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-2, Hall-2

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assist. Prof. Dr. Yücel BULUT

Title	Author(s)	Affiliation
THE CONCEPT OF EUTHANASIA AND THE INTERPRETATION OF THE RIGHT TO LIFE IN THE CASE LAW OF THE EUROPEAN COURT OF HUMAN RIGHTS	Maral Törenli ÇAKIROĞLU	Haliç University TÜRKİYE
GLOBAL CITIZENS, NATIONAL TIES: THE INDIAN DIASPORA AND ITS EVOLVING INFLUENCE	Dr. Lect. Ulas Kutsi ÇEZİK Assist. Prof. Dr. Yücel BULUT	Karadeniz Technical University TÜRKİYE
THE ROLE OF GREEN INFRASTRUCTURE IN COMBATING CLIMATE CHANGE: AN EVALUATION WITH CASE STUDIES FROM URBAN AREAS IN TURKEY AND GLOBALLY	Assoc. Prof. Dr. Çiğdem TUĞAÇ	Ankara Hacı Bayram Veli University TÜRKİYE
EGYPTIAN STADIUMS & CAIRO'S ULTRAS: POLITICAL MISCALCULATIONS AND RHIZOMIC PROLIFERATION	Suhile DARWISH	İbn Haldun University TÜRKİYE
CHINA-RUSSIA COOPERATION IN AFGHANISTAN FOLLOWING THE UNITED STATES' WITHDRAWAL	Pesarlay HAKIMI	Ankara Yıldırım Beyazıt University TÜRKİYE
UNDERSTANDING CLASSICAL LIBERALISM: PRINCIPLES AND IMPACT	Ananda MAJUMDAR	Alberta University CANADA
ANCIENT SYSTEM OF GLOBALIZATION AND TRADE TRENDS: UNVEILING INTERACTIONS THROUGH COMMODITIES IN WESTERN INDIAN SOCIIETY	Assist. Prof. Dr. Geetika GUPTA	Symbiosis International University INDIA
PROCEEDINGS INVOLVING PERSONS WHO COMMIT A CRIME IN A STATE OF INSANITY OR DEVELOP MENTAL ILLNESS AFTER THE OFFENSE	Lala MAMMADOVA	Baku State University AZERBAIJAN

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-2, Hall-3

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Hanif ŞİRİNZADE

Title	Author(s)	Affiliation
DFT COMPUTATIONAL STUDIES OF 1- ACETYL-3-METHYL-4-(3-METHOXY-4-ACETOXY BENZYLIDENE AMINO)-4,5-DIHYDRO-1H-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE	Sevda MANAP Gül KOTAN Haydar YÜKSEK	Kafkas University TÜRKİYE
DFT STUDIES INCLUDING FMO, MULLIKEN CHARGES, NLO, MEP, ESP, HOMO-LUMO, SPECTROSCOPIC, THERMODYNAMIC AND ELECTRONIC OF 1-(1-METHYLPIPERAZIN-4-YL-METHYL)-3-METHYL-4- (3-METHOXY-4-ISOBUTYRYLOXY-BENZYLIDENEAMINO)-4,5-DIHYDRO-1H-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE MANNICH BASE	Gül KOTAN Haydar YÜKSEK	Kafkas University TÜRKİYE
PROBIOTIC USE IN INTENSIVE CARE UNIT PATIENTS: A PROMISING STRATEGY FOR IMMUNE MODULATION AND INFECTION CONTROL	Dr. Necip Gökhan TAŞ	Erzincan Binali Yıldırım University TÜRKİYE
BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF LOCAL LACTOBACILLUS STRAINS FOR PROBIOTIC PRODUCTION	Assist. Prof. Dr. Mehtap USTA	Trabzon University TÜRKİYE
THE ROLE OF GLP-1 AGONISTS IN DIABETIC WOUND HEALING	Sevde Nur ÇİFTÇİ Assoc. Prof. Dr. Fatih KAR	Kütahya Health Sciences University TÜRKİYE
DISRUPTORS OF METABOLIC HOMEOSTASIS: GUT MICROBIOTA AND SYSTEMIC INFLAMMATION TYPE 2 DIABETES	Sevde Nur ÇİFTÇİ Assoc. Prof. Dr. Fatih KAR	Kütahya Health Sciences University TÜRKİYE
ANALYSIS OF MIR-1302 RS6631 VARIANT IN INFERTILE MEN BY PCR-RFLP	Abdul Ahmad NOORI Neslihan HEKİM Sezgin GÜNEŞ Ramazan AŞÇI	Ondokuz Mayıs University TÜRKİYE
QUINOLINE-DERIVED SCHIFF BASES AS INHIBITORS OF HUMAN CARBONIC ANHYDRASE ISOENZYMES (HCAI AND HCAII)	Assoc. Prof. Dr. Hanif ŞİRİNZADE	Selçuk University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-2, Hall-4

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: V.Hariharan

Title	Author(s)	Affiliation
SPINAL DISORDER	M.Farhatyassir V.Hariharan S.Harini T.Vanitha Mrs.E.Elavarasi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
LUNG CANCER	M.Farhatyassir V.Hariharan S.Harini T.Vanitha Mrs.E.Elavarasi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF NEEM EXTRACT	V.Hariharan M.Farhatyassir S.Harinishree R.Thelshath	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
STANDARDIZATION OF HERBAL MEDICINES	V.Hariharan M.Farhatyassir S.Harinishree R.Thelshath	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
PHYTOSOMES IN HERBAL DRUG DELIVERY	V.Hariharan M.Farhatyassir S.Harinishree R.Thelshath	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
ROLE OF PEPERINE IN BIOENHANCEMENT	V.Hariharan M.Farhatyassir S.Harinishree R.Thelshath	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
LIPOSOMES IN DRUG DELIVERY	V.Hariharan M.Farhatyassir S.Harinishree R.Thelshath	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
REVIEW ON CONGESTIVE HEART FAILURE	K.Pooja Dr. M.K. Vijayalakshmi Puniparthi Sunitha	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-2, Hall-5

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Dr. R. Saravanan

Title	Author(s)	Affiliation
RECENT DEVELOPMENTS IN THE DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF BLOOD CANCERS	Dr. R. Saravanan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
NEUROBIOLOGICAL CHANGES INDUCED BY MINDFULNESS AND MEDITATION	Keerthana V. Dr. R. Saravanan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
ISCHEMIC STROKE	Meenatchi.S. Kishore.R Keerthana V. Dr. R. Saravanan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
A BRIEF REVIEW OF THYGESON'S SUPERFICIAL PUNCTATE KERATITIS	Dr. Koosha Koorehpaz	Tehran University of Medical Sciences IRAN
AN OVERVIEW AND EMERGING TREATMENT STRATEGIES ABOUT ACANTHAMOEBA KERATITIS	Dr. Koosha Koorehpaz	Tehran University of Medical Sciences IRAN
EPIDEMIOLOGY OF BREAST CANCER	NOURANI Imane BEICHI Fayçal OUDJEHIH Messouada	Batna University Hospital ALGERIA
EPIDEMIOLOGY OF NON-COMMUNICABLE DISEASES	NOURANI Imane BEICHI Fayçal OUDJEHIH Messouada	Batna University Hospital ALGERIA
GENETIC AND HUMORAL INFLUENCE ON OBESITY	S. Punithavalli V. Vijitha Dr. R. Saravanan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-2, Hall-6

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Roguai Sabrina

Title	Author(s)	Affiliation
THE FORMATION OF LIFE SKILLS IN STUDENTS DURING THE EDUCATIONAL PROCESS: THE ROLE OF THE BIOLOGY SUBJECT	Konul Mahmudova	Azerbaijan State Pedagogical University AZERBAIJAN
INVESTIGATING THE POTENTIAL OF BIOMASS-DERIVED BIOGAS AS A SUSTAINABLE ENERGY ALTERNATIVE	Mohammad A. Zuru A.A. Muhammad C. Musa M. Shuaibu I. M Adamu S.S	Usmanu Danfodiyo University NIGERIA
ENGINEERED EXOSOMES AS SMART DRUG CARRIERS: OVERCOMING BIOLOGICAL BARRIERS IN CNS AND CANCER THERAPY	Tanvi Premchandani Amol Tatode Rahmuddin Khan Mohammad Qutub Jayshree Taksande Milind Umekar	Kishoritai Bhoyar College INDIA School of Pharmaceutical Education & Research (SPER) INDIA
POLYHERBAL FORMULATION IN THERAPEUTICS	S.Harinisri V.Hariharan M.Farhatyassir Mrs.E.Ellavarasi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
PHARMACOGENOMICS IN PERSONALISED MEDICINE	S.Harinisri V.Hariharan M.Farhatyassir Mrs.E.Ellavarasi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
3D PRINTING IN PHARMACEUTICAL MANUFACTURING	S.Harinisri V.Hariharan M.Farhatyassir Mrs.E.Ellavarasi	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
EVALUATION OF CLINICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN TWO VARIANTS OF SCREW-RETAINED SINGLE IMPLANT CROWNS	Alessandro Auletta Andrea Luzi Arianna Antonelli Francesco Evolo Nicholas Prosperi Gualtiero Gherardi Valeria Martini Alessio Zanza Sofia Leporale Marta Cianfriglia Luca Testarelli Rodolfo Reda	Sapienza University of Rome ITALY
INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL, OPTICAL, AND ELECTRICAL PROPERTIES OF 4%Co-SnO2 FILMS BY USP METHOD	Roguai Sabrina	Abbes Laghrour University ALGERIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-3, Hall-1

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assist. Prof. Dr. Mehmet Burak UYAROĞLU

Title	Author(s)	Affiliation
EFFICACY AND AWARENESS OF ADJUNCT PHYSIOTHERAPY TECHNIQUES IN NEUROLOGICAL REHABILITATION	Hamide Nur TÜRKYILMAZ Ece ACAR	Karabük University TÜRKİYE
EVALUATION OF PUBLIC AWARENESS, ATTITUDES, AND KNOWLEDGE LEVELS REGARDING MANUAL THERAPY	Utku Mert KANAL Ece ACAR	Karabük University TÜRKİYE
ECONOMIC IMPACT OF BRUCELLOSIS IN CATTLE BREEDING	Vet. Utku MERT Assist. Prof. Dr. Mehmet KÜÇÜKOFLAZ	Kafkas University TÜRKİYE
STAIR ASCENT TIME AND WALKING SPEED UNDER SINGLE- AND DUAL-TASK CONDITIONS IN ADULTS WITH CHRONIC LOW BACK OR NECK PAIN	Eylem Çağla DANACI Assist. Prof. Dr. Müge KIRMIZI Assoc. Prof. Dr. Elif Umay ALTAŞ Assoc. Prof. Dr. Sevtap GÜNAY UÇURUM	İzmir Katip Çelebi University TÜRKİYE İzmir Katip Çelebi University TÜRKİYE İzmir Bakırçay University TÜRKİYE İzmir Katip Çelebi University TÜRKİYE
SPINAL POSTURE AND BALANCE IN CHILDREN WITH AUTISM	Res. Assist. Muhammet Sertaç TUNÇ Assist. Prof. Dr. Seda AYAZ TAŞ	Bolu Abant İzzet Baysal University TÜRKİYE
ASSOCIATIONS BETWEEN HANDGRIP STRENGTH, INSPIRATORY MUSCLE STRENGTH, AND FUNCTIONALITY IN MECHANICALLY VENTILATED PATIENTS	Assist. Prof. Dr. Mehmet Burak UYAROĞLU Assoc. Prof. Dr. Esra PEHLİVAN Ahmet AYTEKİN Nezihe Çiftaslan GÖKŞENOĞLU	Fenerbahçe University TÜRKİYE Health Sciences University TÜRKİYE İstanbul Medeniyet University TÜRKİYE İstanbul Medeniyet University TÜRKİYE
FORECASTING OBESITY RATES IN TÜRKİYE WITH A HYBRID ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL OPTIMIZED WITH GENETIC ALGORITHM	Assoc. Prof. Dr. Halil ÇOLAK Emre ÇOLAK	Giresun University TÜRKİYE
INVESTIGATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SPORTSMANSHIP BEHAVIORS IN PHYSICAL EDUCATION CLASSES: THE CASE OF ELAZIĞ	Prof. Dr. Atalay GACAR Res. Assist. Zeki VAİZOĞLU Gönül BERK	Fırat University TÜRKİYE Hakkari University TÜRKİYE Fırat University TÜRKİYE
AN EXAMINATION OF PRE-SERVICE PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS TEACHERS' ATTITUDES TOWARD TECHNOLOGY	Prof. Dr. Atalay GACAR Res. Assist. Zeki VAİZOĞLU Gönül BERK	Fırat University TÜRKİYE Hakkari University TÜRKİYE Fırat University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-3, Hall-2

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Umida MOVLYANOV

Title	Author(s)	Affiliation
DEEP LEARNING-BASED CHANNEL KNOWLEDGE MAPPING FOR MMWAVE 6G SYSTEMS USING PILOT SIGNAL ESTIMATION	Maisarah Binti Saihun	İstanbul Gelişim University TÜRKİYE
LSTM-BASED CHANNEL KNOWLEDGE MAPPING FOR ULTRA-RELIABLE 6G SATELLITE NETWORKS	Amzar Khalili Bin Khalid	İstanbul Gelişim University TÜRKİYE
APPLICATIONS OF DRONES IN MODERN TELECOMMUNICATION NETWORKS	Saif Alhusseini Assist. Prof. Dr. Peri GÜNEŞ	İstanbul Gelişim University TÜRKİYE
COMPARATIVE MODELING AND SIMULATION OF I-V CHARACTERISTICS IN SOLAR PANELS WITH RESISTANCE-BASED PERFORMANCE ANALYSIS	Amzar Khalili Bin Khalid Maisarah Binti Saihun Yusuf Gürcan ŞAHİN	İstanbul Gelişim University TÜRKİYE
THE PERFORMANCE ANALYSIS OF KNN AND XGBOOST MODELS IN WIND ENERGY FORECASTING: A BAYESIAN OPTIMIZATION BASED APPROACH	Hatice ŞİMŞEK Assoc. Prof. Dr. Zeynep HASIRCI TUĞCU	Karadeniz Technical University TÜRKİYE
FEATURES OF ELECTROCARDİOGRAPHY REGISTRATION IN THE PROCESS OF REHABILITATION OF PATIENTS WITH INJURIES OF THE LIMBS	Prof. Dr. Kostyantyn BABOV Prof. Dr. Alexander PLAKIDA Prof. Dr. Iryna BABOVA	Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health UKRAINE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-3, Hall-3

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Halil AKÇAY

Title	Author(s)	Affiliation
AN ANALYSIS OF THE PHONETIC FEATURES IN TEREKEME JOKES AND HUMOUR	Assist. Prof. Dr. Özlem YILDIRIM KOÇ	Kafkas University TÜRKİYE
IMPRECATIONS (CURSES) IN THE POEM "BEYLER" BY ÂŞIK ŞENLİK	Assist. Prof. Dr. Özlem YILDIRIM KOÇ	Kafkas University TÜRKİYE
THE HEALING POWER OF NATURE IN CEMİL KAVUKÇU'S STORIES	Assoc. Prof. Dr. Arif YILMAZ Aysel AKDAĞ UYGUN	Uşak University TÜRKİYE
THE SUBJECT OF ALLUSION IN ZEMAKHSHARI'S AL-KASHSHAF	Assoc. Prof. Dr. Halil AKÇAY Abdulhamid BOZAN	Mardin Artuklu University TÜRKİYE
LUVÎS ŞEYHO'S WORK CALLED MECANUL-EDEB IN TERMS OF ITS POSITION IN ARABIC LITERATURE	Assoc. Prof. Dr. Halil AKÇAY Kevser ALĞAN	Mardin Artuklu University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-3, Hall-4

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Dr. Seyfaddin JAFAROV

Title	Author(s)	Affiliation
INVESTIGATION OF STUDENT VIEWS ON POLYGON TEACHING IN INQUIRY- BASED LEARNING ENVIRONMENTS	Zeynep TOK Prof. Dr. Çiğdem ASLAN	Ministry of National Education Bursa TÜRKİYE Bursa Uludağ University TÜRKİYE
APPROXIMATION PROPERTIES OF BERNSTEIN POLYNOMIALS IN TE TRIANGULAR REGION WITH SYMMETRIC INTERVAL	Rahime DAMDAM Prof. Dr. Aydın İZGİ	Harran University TÜRKİYE
GENERAL EXPRESSION FOR ENERGY LOSSES IN THE PROCESS OF NEUTRINO PAIR EMISSION BY CHARGED LEPTONS (ANTILEPTONS) IN A MAGNETIC FIELD	Əkbərova Nuridə Yaşar qızı Şükürova Yaqut Telman qızı Məmmədova Xuraman Ədalət qızı	Nakhchivan State University AZERBAIJAN
STUDY OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF QUANTUM DOTS BASED ON NANOTUBE COMPOSITE	Dr. Seyfaddin JAFAROV Dr. Billura HAJIYEVA	Nakhchivan State University AZERBAIJAN
DEVELOPING MULTILINGUAL NATURAL LANGUAGE PROCESSING FRAMEWORKS FOR ENHANCED ACCESS TO NIGERIA'S INDIGENOUS KNOWLEDGE ARCHIVES	Tanimu BALA Hasiya Salihu YUSUF Usman HASSAN	Aliko Dangote University of Science and Technology NIGERIA
ASSESSMENT OF BEEKEEPERS' PARTICIPATION IN FOREST CONSERVATION ACTIVITIES AROUND GISHWATI-MUKURA NATIONAL PARK, RWANDA	Andrew KIBOGO Assoc. Prof. Brako Kwaku DAKWA Prof. K. Peter KWAPONG Assoc. Prof. Rofela COMBEY	Cape Coast University GHANA
RINGS WHOSE SEMI-HOPFIAN MODULES ARE NOETHERIAN	Abderrahim El Moussaouy	Sidi Mohamed Ben Abdellah University MOROCCO
MAPS PRESERVING THE - SPECTRUM OF GENERALIZED PRODUCTS OF OPERATORS	Aukacha Daoudi Prof. Dr. Hassane Ben Bouziane Prof. Dr. Mustapha Ech-Chérif El Kettani	Sidi Mohammed Ben Abdellah University MOROCCO

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-3, Hall-5

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Dr. Mukadder GÜNERİ

Title	Author(s)	Affiliation
ADULT TRANSLATORS FOR CHILD READERS: A CASE STUDY OF THE GIVING TREE IN PERSIAN TRANSLATION	Narjes Asgari Mahmoud Afrouz	Isfahan University IRAN
WHY TURKISH	Dr. Mukadder GÜNERİ	Independent Researcher TÜRKİYE
IS LIFELONG LEARNING A MUST IN TODAY'S WORLD?	Dr. Mukadder GÜNERİ	Independent Researcher TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

24.06.2025 / Session-3, Hall-6

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Moses Adeolu AGOI

Title	Author(s)	Affiliation
GRAPHENE OXIDE-ENHANCED CHITOSAN COMPOSITE BEADS FOR EFFICIENT CONGO RED ADSORPTION: A COMPREHENSIVE INVESTIGATION COMBINING DENSITY FUNCTIONAL THEORY (DFT) THEORETICAL ANALYSIS, RIGOROUS EXPERIMENTAL EVALUATION, AND PROCESS OPTIMIZATION USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM) TO ELUCIDATE ADSORPTION MECHANISMS	Soukaina El Bourachdi Yassine Rakcho Amal Lahkimi	Sidi Mohamed Ben Abdellah University MOROCCO Cadi Ayyad University MOROCCO Sidi Mohamed Ben Abdellah University MOROCCO
THE EFFICACY OF MACHINE LEARNING (ML) APPLICATIONS IN HEALTHCARE INDUSTRIES: EVOLVING FROM TRADITIONAL METHODS TO CONVENTIONAL APPROACHES	Moses Adeolu AGOI Samuel Olayiwola AJAGA Solomon Abraham UKPANAH Oluwanifemi Opeyemi AGOI	Lagos State University NIGERIA Lagos State University NIGERIA Lagos State University NIGERIA Obafemi Awolowo University NIGERIA
SUSTAINABLE ENERGY HARVESTING USING ENHANCED PERFORMANCE SOLAR THERMAL COLLECTORS	Kazi Md Salim Newaz	Malaya University MALAYSIA
MODELING AND CONTROL OF MATRIX CONVERTER FOR EFFICIENT DFIG WIND TURBINE OPERATION	Aboubaker Essaddiq MAZOUZ Said HASSAINE Hamid BOUMEDIENE Lallouani HELLALI Oussama MOUSSA	Tiaret University ALGERIA Tiaret University ALGERIA Tiaret University ALGERIA Mohamed Boudiaf - M'sila University ALGERIA Ghardaia University ALGERIA
DIRECT TORQUE CONTROL APPLIED TO AN INDUCTION MOTOR WITH A FRACTIONAL PI-FUZZY LOGIC SPEED CONTROLLER	Younes Abdelbadie MABROUK Mohamed ALI MOUSSA	Amar Telidji University ALGERIA Hassiba Ben Bouali University ALGERIA
WIRELESS POWER TRANSFER	Mohamed ALI MOUSSA Younes Abdelbadie MABROUK	Hassiba Ben Bouali University ALGERIA Amar Telidji University ALGERIA
PHOTOVOLTAIC (PV) AND WIND ENERGY SOURCES WITH A SOCIAL WEALTH-BASED CONTROLLER TO IMPROVE ELECTRICITY FLOW	Alok Kumar Shrivastav Anurag Kar Suparna Pal	JIS College of Engineering INDIA
HYDROPHOBIC PLA NANOFIBROUS MEMBRANE FOR WATER DESALINATION VIA MEMBRANE DISTILLATION	Abdelhafid EL HADDAOUI Ayoub Nadi Mohamed Tahiri	Hassan II University MOROCCO Higher School of Textile and Clothing Industry (ESITH) MOROCCO Hassan II University MOROCCO
CLUSTERING BASED ENERGY EFFICIENCY OPTIMIZATION IN IOT-BASED WSN FOR HYDROPONIC FARMING MONITORING SYSTEMS	BLESSINA PREETHI R SARANYA NAIR M	Vellore Institute of Technology INDIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-1, Hall-1

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Samet KUŞKIRAN

Title	Author(s)	Affiliation
CLASSIFICATION OF SIGN LANGUAGE GESTURES USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS AND CHI-SQUARE FEATURE SELECTION METHOD	Res. Assist. Dr. Narin ASLAN Memet TÜRKER Fatih Alperen KAPLAN Assoc. Prof. Dr. Gonca ÖZMEN KOCA	Fırat University TÜRKİYE
OBJECT RECOGNITION AND ROBOT ARM CONTROL: RASPBERRY PI-STM32 INTEGRATION	Assoc. Prof. Dr. Can Bülent FİDAN Azarack Alkhalil SAAD	Karabük University TÜRKİYE
EEG-BASED BRAIN–COMPUTER INTERFACE SYSTEMS FOR EXOSKELETON CONTROL: A REVIEW WITH CONCEPTUAL INSIGHTS	Assoc. Prof. Dr. Can Bülent FİDAN Ahmet Hüsrev AKDENİZ	Karabük University TÜRKİYE
ELEVATOR MANAGEMENT SYSTEM SUPPORTED BY SIMULATION AND IMAGE PROCESSING FOR STOP OPTIMIZATION ACCORDING TO PASSENGER DENSITY	Beyzanur ŞAHİN Assist. Prof. Dr. Oğulcan EREN	Gazi University TÜRKİYE
TRAJECTORY PLANNING AND CONTROL OF A QUADROTOR UAV	Hamza KÖSE Prof. Dr. Vasfi Emre ÖMÜRLÜ	Yıldız Technical University TÜRKİYE
COOLING OF ELECTRIC VEHICLE BATTERIES	Saniye KARAGÜL Prof. Dr. Necdet ALTUNTOP	Erciyes University TÜRKİYE
3D STUDY OF CRANIAL, FACIAL AND PALATAL INDEX AND PALATE VOLUME: ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL RELATIONSHIPS OF THE SKULL, FACE AND PALATE	Assist. Dr. Spec. Kaltrina VESELI	Alma Mater Europaea, Campus College Rezonanca, Department of Orthodontics, Prishtina KOSOVO
A SWITCHABLE HIGHLY SELECTIVE BANDPASS FILTER FOR DUAL-WIDEBAND AND TRI-WIDEBAND OPERATIONS	Firmli Maroua	Ibn Zohr University MOROCCO

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-1, Hall-2

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Emre TOPÇU

Title	Author(s)	Affiliation
DROUGHT CHARACTERIZATION UTILIZING GRACE TERRESTRIAL WATER STORAGE DEFICIT AT ARTVİN STATION	Assoc. Prof. Dr. Emre TOPÇU Fatih KARAÇOR	Kafkas University TÜRKİYE
DETERMINATION OF FISH PASSAGE PROBLEMS OF RIVER TYPE HEPP PROJECTS IN ARTVİN	Ceren ÖZTÜRK Assist. Prof. Dr. Esin ACAR	Artvin Çoruh University TÜRKİYE
EVALUATION OF PLANNING PROCESSES WITHIN THE SCOPE OF THE ZONING LAW AND THE LAND AND PLOT REGULATION	Bahriye DEMİR Prof. Dr. Ali Türk	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
CHARACTERIZING AND ASSESSING DRINKING WATER TREATMENT PLANT SLUDGES AS A SOIL STABILIZER IN TRABZON, TÜRKİYE	Kemal AYDIN Prof. Dr. Osman SİVRİKAYA Assoc. Prof. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ Prof. Dr. Faruk AYDİN	Karadeniz Technical University TÜRKİYE
EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF PLASTERED AND UNPLASTERED INFILL WALLS ON THE LATERAL LOAD-BEARING CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE FRAMES	Anıl Can GÜLBİTTİ Prof. Dr. Orhan DOĞAN	Kırıkkale University TÜRKİYE
THE DESIGN OF REGRESSION MODELS FOR COMPARATIVE ANALYSIS OF A SILICA FUME AND FLY ASH IN THE INFUSED CONCRETE	Subhashish DE	Seshadri Rao Gudlavalleru Engineering College INDIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-1, Hall-3

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Settar ÜNAL

Title	Author(s)	Affiliation
CRANBERRY, A BERRY FRUIT	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Settar ÜNAL	Şırnak University TÜRKİYE
BERRIES, THEIR USES AND NUTRITIONAL VALUES	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Settar ÜNAL	Şırnak University TÜRKİYE
OPTIMIZATION OF TAHINI-BASED SMOOTHIE FORMULATION USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY	Tuğba GÜL DİKME	Harran University TÜRKİYE
TEMPORAL VARIATION OF CHEMICAL AGEING ON THE AVAILABLE BORON CONTENT OF SOILS	Prof. Dr. Uğur ŞİMŞEK Assist. Prof. Dr. Fatih GÖKMEN	Iğdır University TÜRKİYE
DETERMINATION OF THE SENSORY AND PHYSICAL QUALITY CHARACTERISTICS OF DIFFERENT COMMERCIAL CHOCOLATE CUPCAKES	Agr. Eng. Ferya KIRAN Assist. Prof. Dr. Sultan ACUN	Amasya University TÜRKİYE
DETERMINATION OF PHYSICAL, CHEMICAL, AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF JUJUBE (ZIZIPHUS JUJUBA MILL.) POWDER	Assist. Prof. Dr. Sultan ACUN Agr. Eng. Ferya KIRAN	Amasya University TÜRKİYE
EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZATION ON YIELD AND QUALITY OF WHEAT UNDER DRY CONDITIONS	Agr. Eng. Abdullah Yiğit ÖZ Prof. Dr. Mehmet YAĞMUR	Kırşehir Ahi Evran University TÜRKİYE
EFFECTS OF PROLINE PRE-TREATMENT ON GERMINATION AND OXIDATIVE STRESS PARAMETERS IN BLACK PINE (PINUS NIGRA) SEEDS	Burak KILIÇ Assoc. Prof. Dr. Mehmet DEMİRALAY Prof. Dr. Fahrettin TİLKİ	Artvin Çoruh University TÜRKİYE Artvin Çoruh University TÜRKİYE Gümüşhane University TÜRKİYE
EXAMPLES OF NATIVE PLANT SPECIES IN THE FRAME OF SUSTAINABLE LANDSCAPE DESIGN: THE CASE OF ANKARA	Lect. Dr. Nihan ŞENSOY Res. Assist. Seher Simay KUŞOĞLU Prof. Dr. Mehmet Emin BARIŞ	Siirt University TÜRKİYE Ankara University TÜRKİYE Ankara University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-1, Hall-4

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Prof. Dr. Sabeeha Hamza Dehham

Title	Author(s)	Affiliation
NURSES, ROLE AND PRACTICE IN WOMEN'S AWARENESS REGARDING CERVICAL SCREENING IN ERBİL CITY	Iman Fadhil Omar Awaz Aziz Saeid Rabar Mohammed Huseein	Erbil polytechnic University IRAQ Hawler Medical University IRAQ Noble Technical Institute IRAQ
GENDER EQUALITY AND GENDER STUDIES IN THE BLACK SEA REGION AND BEYOND: CASE STUDY ON THE IMPORTANCE OF PROVIDING A RICH CULTURAL REPRESENTATION AND THE PLACE OF WOMEN IN THE TRANSFER OF KNOWLEDGE	Prof. Dr. Habil. Cristina Raluca Gh. Popescu	Bucharest University ROMANIA
THE INVISIBLE ENTREPRENEURS: EXPLORING THE INFORMAL ENTREPRENEURIAL ACTIVITIES OF WOMEN IN MOZAMBIQUE	Angélica Chiau	School of Economics and Management PORTUGAL
THE ROLE OF STATE POLICIES IN HELPING TO ACHIEVE THE PROCESS OF INCLUSIVE EDUCATION FOR CHILDREN WITH DISABILITIES	Dhurata TURKU Ina DANAJ ÇEKREZI	Aleksandër Xhuvani University ALBANIA
PSYCHOSOCIAL CORRELATES OF UNATTAINABLE BEAUTY STANDARDS	Muqaddas Ghafoor Mishal Khan Lodhi	University of Management And Technology PAKISTAN
CRITICALLY REFLECTING TEACHING STRATEGIES AND THEIR ROLE ON IRAQI EFL WRITING SKILLS: UNIVERSITY STUDENTS IN FOCUS	Prof. Dr. Sabeeha Hamza Dehham	Babylon University IRAQ
CULTIVATING SOFT SKILLS FOR THE INTERNATIONALIZATION OF THE CURRICULUM IN HIGER EDUCATION IN THE ERA OF AI	Prof. Dr. María Cruz CUEVAS ÁLVAREZ Prof. Dr. Marcos PÉREZ MENDOZA	Juárez Autonomous University of Tabasco MEXICO
INVESTIGATING THE IMPACT OF LARGE CLASS SIZE ON TEACHERS' PERFORMANCE: A STUDY OF SECONDARY SCHOOLS IN SULAİMANİ	Dr. Tazhan Kamal Omer Rabar Azad Mahmood	Sulaimani University IRAQ

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-1, Hall-5

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Zohaib Hassan Sain

Title	Author(s)	Affiliation
ADVANCED FORENSICS AND ILLICIT FINANCIAL FLOW ANALYSIS IN NIGERIA'S INFORMAL ECONOMY	Abdulgaffar Muhammad Sarah Omoyemi Dede Fidelis Owhe Efezino Eniwo Aruoture Power Akpevwe Isaac Edirin Heroh Micah Ezekiel Elton Mike Anthony Kolade Adesugba	Ahmadu Bello University NIGERIA Patrick Uzoka & Co Chatered Accountants Delta State NIGERIA Delta State University IGERIA ANAN University NIGERIA Delta State University of Science and Technology NIGERIA Delta State University IGERIA Federal University NIGERIA Ahmadu Bello University NIGERIA
UTILISATION OF FOREIGN REMITTANCES: A CASE STUDY OF RURAL HOUSEHOLDS IN BANGLADESH	Gazi Abu Horaira Rabiul Islam Kamrun Nahar Salma	Utara University MALAYSIA
STRENGTHENING TVET PROGRAMMES WITH OUTCOME-BASED CURRICULUM DELIVERY TO MEET INDUSTRY NEED FOR SUSTAINABLE NATIONAL DEVELOPMENT	Jumoke Soyemi Olugbenga Babajide Soyemi	The Federal Polytechnic NIGERIA
LEGISLATION AND SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT– IMPACT ON YOUTH EMPLOYMENT – FOCUS KOSOVO	Prof. Assist. Dr. Gazmend Deda Prof. Assoc. Dr. Arben Terstena MSc. Can. Shqipe Hajdini MSc. Can. Erona Maloku Prof. Asoc. Dr. Ismail Mehmeti	Ferizaj University of Applied Sciences KOSOVO
THE ROLE OF GRAM SABHAS IN THE DEVELOPMENT OF KERALA: A STUDY ON DECENTRALIZATION AND LOCALIZATION OF POWER	Ramshad Khan R.	Trivandum University INDIA
UNLOCKING THE POTENTIAL OF HELIANTHUS TUBEROSUS: A NUTRITIONAL AND MARKET ANALYSIS IN MALAYSIA	Assoc. Prof. Dr. Risyawati MOHAMED ISMAIL	Utara University MALAYSIA
THE EFFECT OF GAMIFIED MOBILE LEARNING APPS ON ENHANCING CRITICAL THINKING SKILLS IN PRIMARY SCHOOL STUDENTS FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION	Zohaib Hassan Sain	Brawijaya University INDONESIA
THE EDUCATION SYSTEM IN CROATIA AND THE GOALS OF EDUCATION	Mihailo KORUGIĆ	Novi Sad University SERBIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-1, Hall-6

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Dr. Deema Dakakni

Title	Author(s)	Affiliation
WHAT DO FREQUENT ORONYMS IN THE BALKANS REVEAL?	Tamara LUKIĆ Milka BUBALO ŽIVKOVIĆ Branko RISTANOVIĆ	Novi Sad University SERBIA
BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE ROLE OF SOCIAL MEDIA IN PROMOTING PUBLIC LIBRARIES	Ashish Kumar Assoc. Prof. Dr. Sanjiv Kadyan	Maharshi Dayanand University INDIA
SUBCONSCIOUS PROGRAMMING OF THE ENGLISH LANGUAGE	Dr. Deema Dakakni	Lebanese American University LEBANON
UNLOCKING MINDS BEHIND BARS: INMATES' PERCEPTIONS OF EDUCATIONAL SERVICES IN SOUTHEAST NIGERIAN PRISONS	Ijeoma B. Uche Okala A. Uche Agatha U. Nzewuji	Nigeria University NIGERIA
SUPERSTITIONS AND CRIMINAL BEHAVIOR: THE ROLE OF WITCHCRAFT ACCUSATIONS IN NIGERIAN RURAL COMMUNITIES	Ijeoma B. Uche Okala A. Uche Agatha U. Nzewuji	Nigeria University NIGERIA
SILENCE AS A PRAGMATIC AND PSYCHOLOGICAL STRATEGY: THE CASE OF AFRICAN WOMEN IN SOLA ADEBOWALE'S LONELY DAYS	Adesanmi, Moses Ademola	Federal Polytechnic NIGERIA
LANGUAGE POLUCY IN GEORGIA (HISTORICAL AND CONTEMPORARY CONTEXT)	Prof. Mariam Manjgaladze	Caucasus University GEORGIA
AN INTEGRATED MEASUREMENT OF HIGH-QUALITY ECONOMIC DEVELOPMENT IN CHINA	Huang Yi	MARA University of Technology MALAYSIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-2, Hall-1

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Prof. Dr. Mustafa Yüksel ERDOĞDU

Title	Author(s)	Affiliation
THE PREDICTIVE EFFECT OF ATTITUDES TOWARDS READING HABITS ON ATTITUDES TOWARDS CHILDREN'S LITERATURE	Assoc. Prof. Dr. Alev ÜSTÜNDAĞ Nurbanu AKBOLAT	Health Sciences University TÜRKİYE Child Development Specialist Nevşehir TÜRKİYE
EVALUATION OF EMOTIONAL WELL-BEING IN HOSPITALIZED CHILDREN	Assoc. Prof. Dr. Alev ÜSTÜNDAĞ	Health Sciences University TÜRKİYE
INVESTIGATING DEPRESSION AND ANXIETY IN DIALYSIS PATIENTS: A TRADITIONAL REVIEW	Assoc. Prof. Dr. Nurten ÖZEN Elif KIZMAZ Gülsüm ALTIN	İstanbul University TÜRKİYE Gaziosmanpaşa Medical Park Hospital İstanbul TÜRKİYE Acibadem Kozyatağı Hospital İstanbul TÜRKİYE
THE FEBRUARY 21, 1940 KAYSERİ-DEVELİ EARTHQUAKE IN THE LIGHT OF ARCHIVAL DOCUMENTS	Assoc. Prof. Dr. Mustafa SALEP Öznur BEŞENK	Kayseri University TÜRKİYE
ADAPTATION OF THE MINDFULNESS DURING WORSHIP SCALE (MWS) TO TURKISH CULTURE	Assist. Prof. Dr. Ekrem Sedat ŞAHİN Nuray AYDOĞDU	Aksaray University TÜRKİYE
THE MEDIATING ROLE OF TIME MANAGEMENT IN THE RELATIONSHIP BETWEEN COGNITIVE FLEXIBILITY AND ACADEMIC PROCRASTINATION	Cansu BETÜL GÜLER Prof. Dr. Mustafa Yüksel ERDOĞDU	İstanbul Sabahattin Zaim University TÜRKİYE
EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN FAMILY COHESION AND LIFE SATISFACTION	Prof. Dr. Mustafa Yüksel ERDOĞDU Ülkü TÜLEK	İstanbul Sabahattin Zaim University TÜRKİYE
AMERICAN PERSONALISM	Lect. Ruslan Niyaz oglu Khalilov	Khazar University AZERBAIJAN

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-2, Hall-2

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Prof. Dr. Ivan PAVLOVIC

Title	Author(s)	Affiliation
EFFECTS OF METHOTREXATE AND CHRYSIN ON BODY WEIGHT, TESTICULAR AND EPIDIDYMAL WEIGHTS IN RATS	Assoc. Prof. Dr. Saadet BELHAN	Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE
FELINE CORONAVIRUS INFECTION AND CURRENT APPROACHES IN TREATMENT	Nurperi KESKİN	Ankara University TÜRKİYE
COMMON ANALYSIS METHODS USED IN DNA DAMAGE ANALYSIS	Şeyma KÖKKAYA Assist. Prof. Dr. Fadime DALDABAN Prof. Dr. Bilal AKYÜZ Prof. Dr. Korhan ARSLAN	Erciyes University TÜRKİYE
IMPORTANCE OF DEFENSINS IN GASTRIC MUCOSAL BARRIER	Necla BORA M. Aydın KETANİ	Dicle University TÜRKİYE
COMPARISON OF SALT TOLERANCE LEVELS IN S. LYCOPERSICUM AND S. NIGRUM AND THE CONTRIBUTION OF GRAFTING TO SALT TOLERANCE	Res. Assist. Cihad Said ALP Assoc. Prof. Dr. Hakan BAŞAK Lect. Ramazan GÜNGÖR Assist. Prof. Dr. Alim AYDIN	Kırşehir Ahi Evran University TÜRKİYE
EFFECTS OF PUMICE WITH DIFFERENT PARTICLE SIZES AS AN ALTERNATIVE GROWING MEDIUM IN SOILLESS AGRICULTURE ON THE GROWTH, YIELD, AND QUALITY CHARACTERISTICS OF CUCUMBER (CUCUMIS SATIVUS L.)	Lect. Ramazan GÜNGÖR Assist. Prof. Dr. Alim AYDIN Assoc. Prof. Dr. Hakan BAŞAK Res. Assist. Cihad Said ALP	Kırşehir Ahi Evran University TÜRKİYE
COCCIDIOSIS IN JAPANESE QUAILS (COTURNIX JAPONICA) IN FARM BREEDING	Prof. Dr. Ivan PAVLOVIC	Scientific Institute of Veterinary Medicine SERBIA
SUB-CHRONIC TOXICITY OF TOPIK80EC IN RABBITS: HEMATOLOGICAL AND MORPHOMETRICAL ALTERATIONS	Samia Rebahi Alouani Abdelouaheb Meguini Mohamed Nadir Khenenou Tarek	Mohamed Cherif Messadia Souk-Ahras University ALGERIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-2, Hall-3

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Prof. Dr. Alper Veli ÇAM

Title	Author(s)	Affiliation
CALCULATION OF HORIZONTAL AND DEPTH AXIS DISPLACEMENT OF AN OBJECT USING MONOCULAR VISION	Kadir YILDIZ Ersan OKATAN	Burdur Mehmet Akif Ersoy University TÜRKİYE
HARNESSING DIGITAL TRANSFORMATION IN HEALTHCARE: A LITERATURE-BASED EXPLORATION OF HEALTH 4.0 AND THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Prof. Dr. Alper Veli ÇAM Emmanuel Neba NUMFOR	Gümüşhane University TÜRKİYE
TRUST-WEIGHTED SENTIMENT FILTERING AND QUERY-BASED RECOMMENDATION FOR TURKISH E-COMMERCE REVIEWS	Mustafa ERŞAHİN Utku GEZENSOY	Commencis Technology, R&D Department, İstanbul TÜRKİYE Dokuz Eylül University TÜRKİYE
AN END-TO-END PIPELINE FOR BUILDING MCP-BASED MULTIAGENT SYSTEMS: A BENCHMARK-DRIVEN APPROACH	Pınar ERSOY Mustafa ERŞAHİN	Commencis Technology, R&D Department, İstanbul TÜRKİYE
CONCRETE STRUCTURE FRACTURES IMAGE CATEGORIZATION UTILIZING CUSTOMIZED LENET-5 ARCHITECTURE	Ashwan A. Abdulmunem Zainab Rida ABAS Fatima Hashim Mohamed ALİ	Kerbala University IRAQ
EXPLORING APPLICATION OF HIGHER RADIX MULTI-VALUED LOGIC (MVL) IN SEMICONDUCTOR DESIGN	Prof. Dr. Afaq Ahmad Ms. Shamseera M. K. Assist. Prof. Dr. Chia Zargeh Dr. Lakshmi Pulipaka Ms. Ameefa P. K.	Modern College of Business and Science OMAN
UNDERSTANDING GLOBAL PERCEPTIONS OF E-AGRICULTURE: A TWITTER-BASED SENTIMENT ANALYSIS AND TOPIC MODELING STUDY	Assoc. Prof. Dr. Anila BOSHNJAKU Endri PLASARI Irena FATA	Tirana Agricultural University ALBANIA Tirana Agricultural University ALBANIA Canadian Institute of Technology ALBANIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-2, Hall-4

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Dr. Madan Lal Regar

Title	Author(s)	Affiliation
THE ROLE OF GUPTA EMPIRE CLOTHING ON CURRENT FASHION TRENDS	Dr. Madan Lal Regar	National Institute of Fashion Technology INDIA
TANGLIYA WEAVING: A DANA WEAVING	Dr. Madan Lal Regar	National Institute of Fashion Technology INDIA
BIO CONJUGATED SILICA NANOPARTICLES: DEVOLOPMENT AND APPLICATION	Tamilarasan. R. Sarukesh. K. Jayaramakani. N.	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
HABITAT-DRIVEN ECOPHYSIOLOGICAL AND ANATOMICAL VARIABILITY IN AERVA JAVANICA: FROM PLAINS TO DESERTS AND ELEVATION	Iqra Syed Mohsan Raza Shah Muhammad Bedar Bekhat Naseem	Education University PAKISTAN Government College University PAKISTAN
SMART ANTIBACTERIAL TEXTILES FROM NATURE: MICROENCAPSULATED EUCALYPTUS OIL USING BIOPOLYMERIC SHELL SYSTEMS	Rimika Upadhyay Assoc. Prof. Selvakumar Andiappan	Vellore Institute of Technology INDIA
INFLUENCE OF LAND USE TYPES ON SOIL CARBON SEQUESTRATION IN CLIMATE CHANGE ERA IN IKWO SOUTH-EAST NIGERIA	ORJI, JEPHTER EBUKA	Alex Ekwueme Federal University NIGERIA
CHEMICAL ANALYSIS OF ATMOSPHERIC DUST AROUND THE KISHNICA AREA IN THE MUNICIPALITY OF GRACANICA	Prof. Assoc. Skender Demaku Msc. Muhamet Kiqina Msc. Arbnorë Aliu	Prishtina University KOSOVO
MIGRATION, MOBILITY, AND THE MAKING OF AFRICA'S FUTURE: IMPACTS ON TRADE, INNOVATION, AND IDENTITY	Aliyu Mohammed Shamsudeen	Ibrahim Badamasi Babangida University NIGERIA
PHYSIOLOGY OF LAMP 1 (LYSOSOMAL-ASSOCIATED MEMBRANE PROTEIN), A MARKER OF LYSOSOMAL ORGANELLES AND ITS EFFECTS ON SOME PHYSIOLOGICAL SYSTEMS	Assist. Prof. Dr. Gülbabahar BÖYÜK ÖZCAN	Ankara Medipol University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-2, Hall-5

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Shadab UDDIN

Title	Author(s)	Affiliation
UNDERSTANDING DEPRESSION IN CHRONIC LOW BACK PAIN: THE THERAPEUTIC POTENTIAL OF PHYSICAL THERAPY	Shadab UDDIN	Jazan University SAUDI ARABIA
LASER-ASSISTED COLLISIONS OF ELECTRON WITH HYDROGEN-ATOM ATOMIC DRESSING, ELECTRON DRESSING	Mohammed EL ALLAM Mourad BAOUAHI Moha EL IDRISSI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
PARAMETRIC PROGRAMMING IN NEUTROSOPHIC VACATION QUEUEING SYSTEMS	Mukil M V Vidhya	Vellore Institute of Technology INDIA
FROM BLACKBOARDS TO TOUCHSCREENS: ARCHITECTURAL IMPLICATIONS OF DIGITAL PEDAGOGY	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University ALGERIA
FROM CONCRETE TO CALM: NATURAL MATERIALS AND SENSORY DESIGN IN URBAN STRESS RELIEF	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University ALGERIA
HYBRID PRACTICES: MERGING ARTISTIC SENSIBILITIES WITH SPATIAL DESIGN THINKING	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University ALGERIA
DESIGNING WITH NUMBERS: ENHANCING PROBLEM-SOLVING THROUGH MATHEMATICAL PEDAGOGY	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University ALGERIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-2, Hall-6

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Khan Wajahat Ahmed

Title	Author(s)	Affiliation
COMPARISON OF SCREW-RETAINED AND CEMENT-RETAINED CR-CO-CERAMIC IMPLANT-SUPPORTED SINGLE CROWNS: RADIOGRAPHIC, CLINICAL, AND BIOCHEMICAL OUTCOMES IN A COHORT STUDY	F.Evolo L.Adamo S.Leporale A.Antonelli N.Carrai G.Ferri L.Testarelli M.Galli G.Miccoli R.Palumbo L.Lucente R.Reda	Sapienza University of Rome ITALY
IN VITRO ANALYSIS OF MARGINAL ADAPTATION AND FRACTURE RESISTANCE OF CAD/CAM FABRICATED ENDO-CROWNS MADE FROM TWO DIFFERENT MATERIALS	Arianna Antonelli Giuseppe Ferri Andrea Morgante Gualtiero Gherardi Niccolò Carrai Rebecca Palumbo Roberta Moramarco Luca Testarelli Anamaria Beatrice Burete Dario Di Nardo Alessio Zanza Elisa Maccari Rodolfo Reda	Sapienza University of Rome ITALY
IMPROVING JAW SURGERY OUTCOMES WITH 3D IMAGING: WHAT WE LEARNED FROM USING THE TOTAL FACE APPROACH	S. Leporale M. Cianfriglia R. Moramarco V. Martini C. Marocco C. Bramucci F. Sestito R. Reda L. Testarelli T. Testori G. Perrotti	Sapienza University of Rome ITALY Campus Bio-Medico University Hospital Foundation ITALY Sapienza University of Rome ITALY "IRCCS Galeazzi Orthopedic Institute ITALY Milan University ITALY Michigan University USA" Lake Como Istitute ITALY
FROM SCALPEL TO SIMULATION: REVIEWING THE FUTURE OF CADAVERIC DISSECTION IN THE UPCOMING ERA OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Wajid Ali CHATHA	Northern Border University SAUDI ARABIA
CARBON NANOMATERIALS FOR THE ENHANCEMENT OF SOLAR THERMAL COLLECTORS	Khan Wajahat Ahmed	Malaya University MALAYSIA
NUTRITIONAL EDUCATION AND ITS ROLE IN PREVENTING EATING DISORDERS AND EMOTIONAL EATING IN POLISH YOUTH (15–17 YEARS) - APILOT STUDY	MSc. Marlena Zięba Assoc. Prof. Sabina Lachowicz-Wiśniewska	Kalisz University POLAND

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-3, Hall-1

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Hilal OK BOSTAN

Title	Author(s)	Affiliation
THE ROLE OF PINK AESTHETICS AND ESTHETIC PROSTHETIC MATERIALS IN SMILE DESIGN: CONTEMPORARY APPROACHES AND DIGITAL TECHNOLOGIES	Exp. Rd. Sümeyye YILMAZ	İnegöl Oral and Dental Health Hospital Bursa TÜRKİYE
THE IMPORTANCE OF DENTAL PHOTOGRAPHY IN AESTHETIC DENTISTRY: CLINICAL AND TECHNICAL APPROACHES	Exp. Rd. Sümeyye YILMAZ	İnegöl Oral and Dental Health Hospital Bursa TÜRKİYE
ISOLATED ODONTOMA LOCALIZED IN THE ANTERIOR MAXILLA: A CASE REPORT WITH CLINICAL EVALUATION AND SURGICAL MANAGEMENT	Şükran AYRAN Çağla KONUK Selma Ece KARABIYIKOĞLU İsmail Hakan AVSEVER Ümit KARAÇAYLI	Health Sciences University TÜRKİYE
THE EFFECT OF THE PERCEIVED FEELING OF SECURITY DURING THE POSTPARTUM PERIOD ON WOMEN'S POSTPARTUM COMFORT	Dilek BİNGÖL Assoc. Prof. Dr. Melike DİŞSİZ	Health Sciences University TÜRKİYE
REASONS FOR ERAS IN ELDERLY CANCER PATIENTS UNDERGOING COLORECTAL SURGERY?	Perihan ARAÇLIOĞLU Assoc. Prof. Dr. Elif KARAHAN Assist. Prof. Dr. Sibel ALTINTAŞ Prof. Dr. Sevim ÇELİK	Bartın University TÜRKİYE
PROSTHETIC REHABILITATION FOR AESTHETIC PURPOSES IN ANTERIOR TEETH LOST DUE TO CHILDHOOD TRAUMA: A CASE REPORT	Nedaa RAGABI Hilal OK BOSTAN	Recep Tayyip Erdoğan University TÜRKİYE
THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGY IN RESTORATIVE DENTISTRY	Dr. Art BERISHA	Aura Dent Dental Clinic KOSOVO
SAFER 3D IMAGING FOR SOFT TISSUES: EXPLORING ALTERNATIVES TO CBCT SCANS	S. Leporale M. Cianfriglia R. Moramarco V. Martini C. Marocco C. Bramucci F. Sestito R. Reda L. Testarelli T. Testori G. Perrotti	Sapienza University of Rome ITALY Campus Bio-Medico University Hospital Foundation ITALY Sapienza University of Rome ITALY "IRCCS Galeazzi Orthopedic Institute ITALY Milan University ITALY Michigan University USA" Lake Como Istitute ITALY

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-3, Hall-2

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Bahar SARIBOĞA

Title	Author(s)	Affiliation
THE EFFECT OF DIGITALIZATION ON NARRATIVE FORMS: THE CASE OF OPERA	Öykü ARIBAŞ	Dokuz Eylül University TÜRKİYE
THE PLACE OF CLARINET MAKERS IN THE MUSICAL CULTURE OF ORDU PROVINCE	Assoc. Prof. Dr. Bahar SARIBOĞA AKCA Rasim TOPAL	Ordu University TÜRKİYE Bölükyazı Tekel Edip Safder Gaydalı Boarding Regional Secondary School, Bitlis TÜRKİYE
DETERMINATION AND EVALUATION OF STRATEGIES FOR REDUCING DIGITAL ADDICTION IN CHILDREN USING THE AHP METHOD	Mustafa DEMİRBİLEK Bünyamin ÇALIŞKAN Kerim Mehti ERBAY	Gaziantep Islam Science and Technology University TÜRKİYE
INSUFFICIENCIES OF STUDIO FACILITIES IN TURKISH FOLK MUSIC VOICE EDUCATION	Gülcan ERTAN HACISÜLEYMANOĞLU	Karabük University TÜRKİYE
EFFECTS OF $ZNSO_4$ APPLICATIONS ON THE GROWTH PARAMETERS OF CANOLA (BRASSICA NAPUS L.)	Assoc. Prof. Dr. Vedat BEYYAVAŞ	Harran University TÜRKİYE
SEED GERMINATION OF COTTON (GOSSYPIUM HIRSUTUM L.) UNDER ABIOTIC STRESS: A META ANALYSIS	Assoc. Prof. Dr. Vedat BEYYAVAŞ	Harran University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

25.06.2025 / Session-3, Hall-3

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Meeting ID: 860 5266 6988 / Passcode: 070707

Moderator: Dr.Jogendra Kumar

Title	Author(s)	Affiliation
REAL-TIME DRIVER FATIGUE DETECTION USING A DEEP LEARNING- BASED APPROACH TO MAKING OUR ROADS SAFER	Manya Bisht Dr.Jogendra Kumar Rishit Rawat Neha Angaria Ravi Kumar Aanchal Singh	G.B.Pant Institute of Engineeing and Technology INDIA
REAL-TIME DRIVER SLEEPINESS DETECTION WITH CNN VISION-BASED DROWSINESS DETECTION	Manya Bisht Dr.Jogendra Kumar Rishit Rawat Neha Angaria Ravi Kumar Aanchal Singh	G.B.Pant Institute of Engineeing and Technology INDIA
ENHANCING ROAD SAFETY WITH A CNN-BASED DRIVER DROWSINESS DETECTION AND ALERT SYSTEM	Manya Bisht Dr.Jogendra Kumar Rishit Rawat Neha Angaria Ravi Kumar Aanchal Singh	G.B.Pant Institute of Engineeing and Technology INDIA
LEARNING TO MOVE, MOVING TO LEARN: MACHINE LEARNING IN ROBOTICS	Ismail Olaniyi MURAINA	Lagos State University of Education NIGERIA
PLUMERIA PUDICA USE AS BREST CANCER THERAPY	Mrs.E.Elavarasi Yuvaraj AR J.Jayadurka Dr.R.Srinivasan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
UV-VISIBLE SPECTROMETER AND MASS SPECTROSCOPY IN PHARMACEUTICAL ANALYSIS	Mrs.E.Elavarasi Yuvaraj AR J.Jayadurka Dr.R.Srinivasan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA
COMPUTER AIDED DRUG DESIGN IN DRUG DELIVERY SYSTEM	Mrs.E.Elavarasi Yuvaraj AR J.Jayadurka Dr.R.Srinivasan	Bharath Institute of Higher Education and Research INDIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

CONTENTS

AUTHOR	TITLE	No
Arif YILMAZ Aysel AKDAĞ UYGUN	THE HEALING POWER OF NATURE IN CEMİL KAVUKÇU'S STORIES	1
Anıl Can GÜLBİTTİ Orhan DOĞAN	EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF PLASTERED AND UNPLASTERED INFILL WALLS ON THE LATERAL LOAD-BEARING CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE FRAMES	10
DHURATA TURKU INA DANAJ ÇEKREZI	THE ROLE OF STATE POLICIES IN HELPING TO ACHIEVE THE PROCESS OF INCLUSIVE EDUCATION FOR CHILDREN WITH DISABILITIES	21
Seyfaddin JAFAROV Billura HAJIYEVA	STUDY OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF QUANTUM DOTS BASED ON NANOTUBE COMPOSITE	35
Gül KOTAN Haydar YÜKSEK	DFT STUDIES INCLUDING FMO, MULLIKEN CHARGES, NLO, MEP, ESP, HOMO-LUMO, SPECTROSCOPIC, THERMODYNAMIC AND ELECTRONIC OF 1-(1-METHYLPIPERAZIN-4-YL-METHYL)-3-METHYL-4- (3-METHOXY-4-ISOBUTYRYLOXY-BENZYLIDENEAMINO)-4,5-DIHYDRO-1*H*-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE MANNICH BASE	44
Sevda MANAP Gül KOTAN Haydar YÜKSEK	DFT COMPUTATIONAL STUDIES OF 1-ACETYL-3-METHYL-4-(3-METHOXY-4-ACETOXY BENZYLIDENE AMINO)-4,5-DIHYDRO-1H-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE	56
Özlem YILDIRIM KOÇ	IMPRECATIONS (CURSES) IN THE POEM “BEYLER” BY ÂŞIK ŞENLİK	65
Bahriye DEMİR Ali Türk	EVALUATION OF PLANNING PROCESSES WITHIN THE SCOPE OF THE ZONING LAW AND THE LAND AND PLOT REGULATION	71
Atalay GACAR Zeki VAİZOĞLU Gönül BERK	AN EXAMINATION of PRE-SERVICE PHYSICAL EDUCATION and SPORTS TEACHERS' ATTITUDES TOWARD TECHNOLOGY	83
Beyzanur ŞAHİN Oğulcan EREN	ELEVATOR MANAGEMENT SYSTEM SUPPORTED BY SIMULATION AND IMAGE PROCESSING FOR STOP OPTIMIZATION ACCORDING TO PASSENGER DENSITY	91
Meliha YURTTAŞ	CHALLENGES FACED BY WOMEN IN ENTERING THE LABOR MARKET: THE GLASS CEILING SYNDROME	109
Hasan Onur ERTUĞRAL	INCOME INEQUALITY AND ITS POLITICAL CONSEQUENCES	116
Hasan Onur ERTUĞRAL	COOPERATIVES AND LOCAL DEVELOPMENT	122
Mehmet Fatih YİĞİT Tarkan KOCA	THERMAL MODELING AND SIMULATION TECHNIQUES FOR PRISMATIC LITHIUM-ION BATTERIES	129
Mehmet Fatih YİĞİT Tarkan KOCA	THERMAL BEHAVIOR AND SAFETY ASSESSMENT OF LITHIUM-ION BATTERY CELLS VIA CFD	137
Tamilarasan. R Sarukesh. K Jayaramakani. N	BIO CONJUGATED SILICA NANOPARTICLES: DEVOLOPMENT AND APPLICATION	144

Ahmet Burak UYAN Hüseyin GÜNERHAN Cem Tahsin YÜCER	SUSTAINABILITY AND ADVANCED EXERGY ANALYSIS OF A TURBOJET ENGINE	149
Anila BOSHNJAKU Endri PLASARI Irena FATA	UNDERSTANDING GLOBAL PERCEPTIONS OF E-AGRICULTURE: A TWITTER-BASED SENTIMENT ANALYSIS AND TOPIC MODELING STUDY	172
Adem Sezai BOZAOĞLU	STRUCTURAL ANALYSIS OF THE BALIK LAKE FISHERY	181
Cansu BETÜL GÜLER Mustafa Yüksel ERDOĞDU	THE MEDIATING ROLE OF TIME MANAGEMENT IN THE RELATIONSHIP BETWEEN COGNITIVE FLEXIBILITY AND ACADEMIC PROCRASTINATION	188
Sümeyye YILMAZ	THE IMPORTANCE OF DENTAL PHOTOGRAPHY IN AESTHETIC DENTISTRY: CLINICAL AND TECHNICAL APPROACHES	202
Perihan ARAÇLIOĞLU Elif KARAHAN Sibel ALTINTAŞ Sevim ÇELİK	REASONS FOR ERAS IN ELDERLY CANCER PATIENTS UNDERGOING COLORECTAL SURGERY?	214
Tanimu BALA Hasiya Salihu YUSUF Usman HASSAN	DEVELOPING MULTILINGUAL NATURAL LANGUAGE PROCESSING FRAMEWORKS FOR ENHANCED ACCESS TO NIGERIA'S INDIGENOUS KNOWLEDGE ARCHIVES	222
Ulaş Kutsi Çezik Yücel Bulut Karadeniz	GLOBAL CITIZENS, NATIONAL TIES: THE INDIAN DIASPORA AND ITS EVOLVING INFLUENCE	233
MADHUMITHA.S VIJITHA.V	ADVERSE DRUG REACTIONS ASSOCIATED WITH FIRST-LINE ANTI-TUBERCULOSIS THERAPY: A PROSPECTIVE PHARMACOVIGILANCE STUDY	239
RAMSHAD KHAN R	THE ROLE OF GRAM SABHAS IN THE DEVELOPMENT OF KERALA: A STUDY ON DECENTRALIZATION AND LOCALIZATION OF POWER	245
Mehtap USTA	BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF LOCAL LACTOBACILLUS STRAINS FOR PROBIOTIC PRODUCTION	249
Yahya Aktu	THE MEDIATING ROLE OF PARENTHOOD REGRET IN THE RELATIONSHIP BETWEEN PARENTS' SELF-STIGMA AND PARENTAL BURNOUT	255
Can Bulent FIDAN Ahmet Husrev AKDENIZ	EEG-BASED BRAIN–COMPUTER INTERFACE SYSTEMS FOR EXOSKELETON CONTROL: A REVIEW WITH CONCEPTUAL INSIGHTS	261
Zekiye Çıldır Ceren Güneröz	ARTVİN'S ECOMUSEUM POTENTIAL: SEEKING A MODEL AT THE INTERSECTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND CULTURAL HERITAGE	272
Yahya Aktu	THE MEDIATING ROLE OF SELF-ESTEEM IN THE RELATIONSHIP BETWEEN PROBLEMATIC INTERNET USAGE AND THE ONLINE GROOMING RISK AMONG ADOLESCENTS	286
Fadime Kader ÖZER Nazan TORUN	THE RELATIONSHIP BETWEEN LEADERSHIP, CULTURE, AND PERFORMANCE: A THEORETICAL EXAMINATION IN THE HEALTHCARE SECTOR	291

Abdulgaffar Muhammad Sarah Omoyemi Dede Fidelis Owhe Efezino Eniwo Aruoture Power Akpevwe Isaac Edirin Heroh Micah Ezekiel Elton Mike Anthony Kolade Adesugba	ADVANCED FORENSICS AND ILLICIT FINANCIAL FLOW ANALYSIS IN NIGERIA'S INFORMAL ECONOMY	300
Selma SOYSAL Rıza ATAV	INVESTIGATION OF VARIOUS PERFORMANCE PROPERTIES OF DYED 100% ACRYLUNA AND 70% ACRYLUNA / 30% WOOL KNITTED FABRICS	311
İlker IŞIK Abdülvahap ÇAKMAK	ANALYSIS OF THE CARBON FOOTPRINT OF SAMSUN UNIVERSITY'S KAVAK CAMPUS	316
Ahmet Eren İSSİSU Abdülvahap ÇAKMAK	LAND VEHICLE FIRES in TÜRKİYE: PRIMARY CAUSES AND PREVENTIVE MEASURES	326
Anna PIROGOVA	THE ROLES OF PREVENTIVE AND CURATIVE HEALTH CARE IN ECONOMIC DEVELOPMENT	334
Blessina Preethi R Saranya Nair M	CLUSTERING BASED ENERGY EFFICIENCY OPTIMIZATION IN IOT-BASED WSN FOR HYDROPONIC FARMING MONITORING SYSTEMS	366
Afaq Ahmad Shamseera M. K. Chia Zargeh Lakshmi Pulipaka Ameefa P. K.	EXPLORING APPLICATION OF HIGHER RADIX MULTI-VALUED LOGIC (MVL) IN SEMICONDUCTOR DESIGN	378
Hüsnü ERGÜN	THE RIGHT TO EDUCATION AND EQUALITY IN THE CONTEXT OF ACCESS TO SPECIAL EDUCATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF NATIONAL AND INTERNATIONAL REGULATIONS	383
Hüsnü ERGÜN	A INSTITUTIONAL ACTOR ON THE PATH TO A LIFELONG LEARNING SOCIETY: THE TRANSFORMATION OF THE DIRECTORATE GENERAL FOR LIFELONG LEARNING	390
Alev ÜSTÜNDAĞ	EVALUATION OF EMOTIONAL WELL-BEING IN HOSPITALIZED CHILDREN	397
Alev ÜSTÜNDAĞ Nurbanu AKBOLAT	THE PREDICTIVE EFFECT OF ATTITUDES TOWARDS READING HABITS ON ATTITUDES TOWARDS CHILDREN'S LITERATURE	403
Rıza ATAV Serkan BALCI Durul Büşra DİLDEN	A GENERAL OVERVIEW OF THE CURRENT STATUS OF THE WORLD ALPACA INDUSTRY	417
Çiğdem TUĞAÇ	THE ROLE OF GREEN INFRASTRUCTURE IN COMBATING CLIMATE CHANGE: AN EVALUATION WITH CASE STUDIES FROM URBAN AREAS IN TURKEY AND GLOBALLY	423
Burak KILIÇ Mehmet DEMİRALAY Fahrettin TİLKİ	EFFECTS OF PROLINE PRE-TREATMENT ON GERMINATION AND OXIDATIVE STRESS PARAMETERS IN BLACK PINE (PINUS NIGRA) SEEDS	445
Halil ÇOLAK Emre ÇOLAK	FORECASTING OBESITY RATES IN TÜRKİYE WITH A HYBRID ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL OPTIMIZED WITH GENETIC ALGORITHM	454

Sümeyye YILMAZ	THE ROLE OF PINK AESTHETICS AND ESTHETIC PROSTHETIC MATERIALS IN SMILE DESIGN: CONTEMPORARY APPROACHES AND DIGITAL TECHNOLOGIES	467
Hanif ŞİRİNZADE	QUINOLINE-DERIVED SCHIFF BASES AS INHIBITORS OF HUMAN CARBONIC ANHYDRASE ISOENZYMES (HCAI AND HCAII)	478
Sultan ACUN Ferya KIRAN	DETERMINATION OF PHYSICAL, CHEMICAL, AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF JUJUBE (ZIZIPHUS JUJUBA MILL.) POWDER	490
Iffet kesımlı	ASSESSMENT OF TURKISH AUDIT FIRMS IN THE LIGHT OF PCAOB INSPECTION REPORTS	500
Iman Fadhil Omar Awaz Aziz Saeid Rabar Mohammed Huseein	NURSES, ROLE AND PRACTICE IN WOMEN'S AWARENESS REGARDING CERVICAL SCREENING IN ERBİL CITY	516
Əkbərova Nuridə Yaşar qızı Şükürova Yaqut Telman qızı Məmmədova Xuraman Ədalət qızı	GENERAL EXPRESSION FOR ENERGY LOSSES IN THE PROCESS OF NEUTRINO PAIR EMISSION BY CHARGED LEPTONS (ANTILEPTONS) IN A MAGNETIC FIELD	528
Meliha YURTTAŞ	A THEORETICAL PERSPECTIVE ON THE FACTORS AFFECTING WOMEN'S PARTICIPATION IN THE LABOR MARKET	536
Kadir YILDIZ Ersan OKATAN	CALCULATION OF HORIZONTAL AND DEPTH AXIS DISPLACEMENT OF AN OBJECT USING MONOCULAR VISION	544
Halil AKÇAY Abdulhamid BOZAN	THE SUBJECT OF ALLUSION IN ZEMAKHSHARI'S AL-KASHSHAF	556
Mustafa Yüksel ERDOĞDU Ülkü TÜLEK	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN FAMILY COHESION AND LIFE SATISFACTION	565
Hatice ŞİMŞEK Zeynep HASIRCI TUĞCU	THE PERFORMANCE ANALYSIS OF KNN AND XGBOOST MODELS IN WIND ENERGY FORECASTING: A BAYESIAN OPTIMIZATION BASED APPROACH	584
Dilek BİNGÖL Melike DİŞSİZ	THE EFFECT OF THE PERCEIVED FEELING OF SECURITY DURING THE POSTPARTUM PERIOD ON WOMEN'S POSTPARTUM COMFORT	594
Halil AKÇAY Kevser ALĞAN	LUVÎS ŞEYHO'S WORK CALLED MECANUL-EDEB IN TERMS OF ITS POSITION IN ARABIC LITERATURE	603
Narin ASLAN Memet TÜRKER Fatih Alperen KAPLAN Gonca ÖZMEN KOCA	CLASSIFICATION OF SIGN LANGUAGE GESTURES USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS AND CHI-SQUARE FEATURE SELECTION METHOD	611
Nurperi KESKİN	CAT CORONAVIRUS INFECTION AND CURRENT APPROACHES IN TREATMENT	621
Can Bulent FIDAN Azarack alkhalil SAAD	OBJECT RECOGNITION AND ROBOT ARM CONTROL: RASPBERRY PI-STM32 INTEGRATION	635
ORJI, JEPHTER EBUKA	INFLUENCE OF LAND USE TYPES ON SOIL CARBON SEQUESTRATION IN CLIMATE CHANGE ERA IN IKWO SOUTH-EAST NIGERIA	646
Bahar SARIBOĞA AKCA Rasim TOPAL	THE PLACE OF CLARINET MAKERS IN THE MUSICAL CULTURE OF ORDU PROVINCE	657
Ezgi ASLANE İsmail GENÇ	ANALYSIS OF CORRECT AND INCORRECT DIE CRIMPING OF TERMINALS TO WIRES IN AUTOMOTIVE WIRING HARNESSES	662

K.Pooja M.K. Vijayalakshmi	OVERVIEW ON ASTHMA A NON-COMMUNICABLE DISEASE	670
Mehmet Yıldırım S. Sunay Yıldırım Doğru	COMPILATION OF STUDIES ON ADULTHOOD IN INDIVIDUALS WITH SPECIAL NEEDS	682
Manya Bisht Jogendra Kumar Rishit Rawat Neha Angaria Ravi Kumar Aanchal Singh	ENHANCING ROAD SAFETY WITH A CNN-BASED DRIVER DROWSINESS DETECTION AND ALERT SYSTEM	692
Manya Bisht Jogendra Kumar Rishit Rawat Neha Angaria Ravi Kumar Aanchal Singh	REAL-TIME DRIVER SLEEPINESS DETECTION WITH CNN VISION-BASED DROWSINESS DETECTION	696
Manya Bisht Jogendra Kumar Rishit Rawat Neha Angaria Ravi Kumar Aanchal Singh	REAL-TIME DRIVER FATIGUE DETECTION USING A DEEP LEARNING-BASED APPROACH TO MAKING OUR ROADS SAFER	701
Ferya KIRAN Sultan ACUN	DETERMINATION OF THE SENSORY AND PHYSICAL QUALITY CHARACTERISTICS OF DIFFERENT COMMERCIAL CHOCOLATE CUPCAKES	706
Ramazan GÜNGÖR Alim AYDIN Hakan BAŞAK Cihad Said Alp	EFFECTS OF PUMICE WITH DIFFERENT PARTICLE SIZES AS AN ALTERNATIVE GROWING MEDIUM IN SOILLESS AGRICULTURE ON THE GROWTH, YIELD, AND QUALITY CHARACTERISTICS OF CUCUMBER (Cucumis sativus L.)	716
K.Pooja M.K. Vijayalakshmi Puniparthi Sunitha	REVIEW ON CONGESTIVE HEART FAILURE	727
Cihad Said Alp Hakan BAŞAK Ramazan GÜNGÖR Alim AYDIN	COMPARISON OF SALT TOLERANCE LEVELS IN SOLANUM LYCOPERSICUM AND SOLANUM NIGRUM AND THE CONTRIBUTION OF GRAFTING TO SALT TOLERANCE	745
Atalay GACAR Zeki VAİZOĞLU Gönül BERK	INVESTIGATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SPORTSMANSHIP BEHAVIORS IN PHYSICAL EDUCATION CLASSES: THE CASE OF ELAZIĞ	758
Fatih SARAÇOĞLU Öner GÜMÜŞ	ACTIVITIES CARRIED OUT BY THE REVENUE ADMINISTRATION FOR THE PREVENTION OF TAX LOSSES AND EVASION IN ALCOHOL AND TOBACCO PRODUCTS IN TURKEY	768
Fatih SARAÇOĞLU Beril SARAÇOĞLU	EVALUATIONS ON THE EFFECTS OF TAXES ON ALCOHOL AND TOBACCO PRODUCTS IN TURKEY	784
Şenol BARDİ	RELATIONSHIP BETWEEN ADVERTISING EXPENSES AND FINANCIAL PERFORMANCE: THE EXAMPLE OF PARTICIPATION BANKS	800
Sevde Nur ÇİFTÇİ Fatih KAR	THE ROLE OF GLP-1 RECEPTOR AGONISTS IN DIABETIC WOUND HEALING	815
Sevde Nur ÇİFTÇİ Fatih KAR	THE FACTOR THAT DISTURBS METABOLIC BALANCE: MICROBIOTAS AND SYSTEMIC INFLAMMATION IN TYPE 2 DIABETES	823

Hamide Nur TÜRKYILMAZ Ece ACAR	EFFICACY AND AWARENESS OF ADJUNCT PHYSIOTHERAPY TECHNIQUES IN NEUROLOGICAL REHABILITATION	830
Mehmet Settar Ünal	CRANBERRY, A BERRY FRUIT	836
Mehmet Settar Ünal	BERRIES, THEIR USES AND NUTRITIONAL VALUES	843
Mustafa DEMİRBİLEK Bünyamin ÇALIŞKAN Kerim Mehti ERBAY	DETERMINATION AND EVALUATION OF STRATEGIES FOR REDUCING DIGITAL ADDICTION IN CHILDREN USING THE AHP METHOD	850
Şeyma KÖKKAYA Fadime DALDABAN Bilal AKYÜZ Korhan ARSLAN	COMMON ANALYSIS METHODS USED IN DNA DAMAGE ANALYSIS	864
Necip Gökhan TAŞ	PROBIOTIC USE IN INTENSIVE CARE UNIT PATIENTS: A PROMISING STRATEGY FOR IMMUNE MODULATION AND INFECTION CONTROL	880
Pınar Ersoy Mustafa Erşahin	END-TO-END PIPELINE FOR BUILDING MCP-BASED MULTIAGENT SYSTEMS: A BENCHMARK-DRIVEN APPROACH	885
Özlem YILDIRIM KOÇ	AN ANALYSIS OF THE PHONETIC FEATURES IN TEREKEME JOKES AND HUMOUR	899
Öykü ARIBAŞ	THE EFFECT OF DIGITALIZATION ON NARRATIVE FORMS: THE CASE OF OPERA	908
Moses Adeolu AGOI Samuel Olayiwola AJAGA Solomon Abraham UKPANAH Oluwanifemi Opeyemi AGOI	THE EFFICACY OF MACHINE LEARNING (ML) APPLICATIONS IN HEALTHCARE INDUSTRIES: EVOLVING FROM TRADITIONAL METHODS TO CONVENTIONAL APPROACHES	916
Mustafa SALEP Öznur BEŞENK	THE FEBRUARY 21, 1940 KAYSERİ-DEVELİ EARTHQUAKE IN THE LIGHT OF ARCHIVAL DOCUMENTS	923
Mustafa ERŞAHİN Utku GEZENSOY	TRUST-WEIGHTED SENTIMENT FILTERING AND QUERY-BASED RECOMMENDATION FOR TURKISH E-COMMERCE REVIEW	940
Tuğba GÜL DİKME	OPTIMIZATION OF TAHINI-BASED SMOOTHIE FORMULATION USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY	951
Aliyu Mohammed Shamsudeen	MIGRATION, MOBILITY, AND THE MAKING OF AFRICA'S FUTURE: IMPACTS ON TRADE, INNOVATION, AND IDENTITY	963
Ömer Can Kara Zeynep Karaş	A REVIEW OF TÜRKİYE AND ISRAEL DEFENSE INDUSTRY EXPORTS	974
Ananda Majumdar	UNDERSTANDING CLASSICAL LIBERALISM: PRINCIPLES AND IMPACT	997
Utku Mert KANAL Ece ACAR	EVALUATION OF PUBLIC AWARENESS, ATTITUDES, AND KNOWLEDGE LEVELS REGARDING MANUAL THERAPY	1004
Zeynep TOK Çiğdem ARSLAN	INVESTIGATION OF STUDENT VIEWS ON POLYGON TEACHING IN INQUIRY- BASED LEARNING ENVIRONMENTS	1011
Vedat BEYYAVAŞ	EFFECTS OF $ZNSO_4$ APPLICATIONS ON THE GROWTH PARAMETERS OF CANOLA (BRASSICA NAPUS L.)	1019
Vedat BEYYAVAŞ	SEED GERMINATION OF COTTON (GOSSYPIUM HIRSUTUM L.) UNDER ABIOTIC STRESS: A META ANALYSIS	1025

Mammadov Şamkhal Guluyar	RESEARCH ON THE ROLE IN THE GROWTH OF ELECTRONIC COMMERCE AND CASHLESS PAYMENTS IN AZERBAIJAN (2022-2024)	1035
Emre TOPÇU Fatih KARAÇOR	DROUGHT CHARACTERIZATION UTILIZING GRACE TERRESTRIAL WATER STORAGE DEFICIT AT ARTVİN STATION	1041
LALA MAMMADOVA	PROCEEDINGS INVOLVING PERSONS WHO COMMIT A CRIME IN A STATE OF INSANITY OR DEVELOP MENTAL ILLNESS AFTER THE OFFENSE	1049
Mukadder Güneri	IS LIFELONG LEARNING A MUST IN TODAY'S WORLD?	1057
Mukadder Güneri	WHY TURKISH	1062
Nurten OZEN Elif KIZMAZ Gulsum ALTIN	INVESTIGATING DEPRESSION AND ANXIETY IN DIALYSIS PATIENTS: A TRADITIONAL REVIEW	1070

CEMİL KAVUKÇU'NUN ÖYKELERİNDE TABİATIN İYİLEŞTİRİCİ GÜCÜ

THE HEALING POWER OF NATURE IN CEMİL KAVUKÇU'S STORIES

Doç. Dr. Arif YILMAZ

Uşak Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2652-3649

Aysel AKDAĞ UYGUN

Uşak Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Türk Dili ve Edebiyatı Ana Bilim Dalı

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5080-9786

ÖZET

Cemil Kavukçu'nun öykülerinde şehir hayatının bireyde yarattığı yalnızlık, baskı ve yön kaybı duyguları, anlatı kişilerini tabiatla buluşturur. Bu metinlerde tabiat, karakterlerin geçmişle temas ettiği, düşüncelerine dönüp iç dünyalarında denge aradığı yer olarak öne çıkar. Modern yaşam içinde sıkışan bu kişiler, bu mekanlarda hem hatıralarına yaklaşır hem de kendilerini anlamaya çalışır. Kavukçu'nun öyküleri, modern insanın şehirde kaybettiği pek çok şeyi sorgulaması bakımından ayrıca önem taşır. Böylece onun anlatıları, günümüz insanının hayatını ve yalnızlığını tartmasına zemin hazırlayan anlatı evreni kurar. Bu çalışma, Kavukçu'nun öykülerinde tabiatın yalnızca bir dekor olmadığını; kişilerin belleği, sorgulamaları ve ruhsal yükleriyle iç içe geçmiş, onlara soluk aldıran bir mekân olarak nasıl anlatıldığını göstermeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın evrenini "Adı Yok", "Ambar Günleri", "Balyozla Balık Avı", "DOÇ", "Fidan", "İkizce", "Ormanın İçlerine Doğru", "Sessizlik", "Tehlikeli Yoklayışlar" ve "Yosun Tuttu Gözlerim" adlı öyküler oluşturur. İncelemede Lawrence Buell'in çevresel anlatı kuramı temel alınmış, öyküler ekoeleştirel bakışla çözümlenmiştir. Çözümlemelerde, tabiatın bazen karakterlerin toparlanmasına, bazen de bastırdıkları kırılganlıkların açığa çıkmasına zemin hazırladığı görülür. Kavukçu, bu anlatı evrenini kesin bir sığınak ya da mutlak bir iyileştirici gibi işlemez; daha çok kişiyi düşünmeye, hatırlamaya ve yaşamı sorgulamaya yönelten bir alan olarak kurar. Bu inceleme yalnızca belirli öykülerle sınırlıdır; yine de elde edilen bulgular, onun metinlerinde tabiatın yalnızca dış çevre değil, belleği harekete geçiren, sorgulamayı tetikleyen ve ruhsal yüklerin çözülmesine zemin hazırlayan anlatı unsuru olarak işlendiğini ortaya koymaktadır. Kavukçu'nun farklı dönemlerdeki anlatıları karşılaştırıldığında ya da bu mesele toplumsal cinsiyet, sınıf veya değişen mekânlar bağlamında ele alındığında, insan ve çevre ilişkisine dair daha katmanlı değerlendirmeler yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Cemil Kavukçu, tabiat, ekoeleştiri, modern Türk hikâyesi

ABSTRACT

This study examines how sentiments of solitude, oppression, and existential disorientation induced by urban life in Cemil Kavukçu's short stories compel his protagonists to engage with nature. In these narratives, nature emerges not merely as a scenic backdrop but as a dynamic locus where characters revisit their pasts, delve into introspection, and seek psychological equilibrium. Confronted by the constraints of modern existence, these individuals navigate natural settings to reconnect with their memories and grapple with their inner selves. Kavukçu's fiction thus acquires particular significance for its interrogation of what modern urban life has

estranged from the individual, constructing a narrative universe that facilitates critical reflection on human existence and solitude.

This paper contends that in Kavukçu's stories, nature functions as more than a peripheral environment; it operates as a narrative catalyst intricately intertwined with memory, self-questioning, and the characters' psychic burdens, ultimately affording them a figurative space to breathe. The corpus of this inquiry comprises the stories "Gemiler de Ağlarmış," "DOÇ," "Balyozla Balık Avı," "Fidan," "Sessizlik," "İkizce," "Yosun Tuttu Gözlerim," and "Ambar Günleri." Employing Lawrence Buell's theoretical framework on environmental narrative, the analysis undertakes an ecocritical reading of these texts.

Findings indicate that nature in Kavukçu's stories alternately facilitates the characters' processes of recuperation and precipitates the surfacing of repressed vulnerabilities. Significantly, Kavukçu refrains from rendering nature as an unequivocal refuge or an absolute therapeutic agent; rather, he configures it as a space that incites remembrance, contemplation, and existential inquiry. While this study is circumscribed to a selection of stories, the evidence underscores that in Kavukçu's oeuvre, nature transcends its status as an external milieu to become a narrative device that activates memory, provokes critical questioning, and fosters the cathartic resolution of psychological encumbrances. Future comparative analyses—whether across Kavukçu's different narrative phases or through lenses such as gender, class, and spatial transformations—could yield more nuanced insights into the entanglements between the human subject and the environment.

Keywords: Cemil Kavukçu, nature, ecocriticism, modern Turkish short story

GİRİŞ

Modernleşmeyle birlikte insan, tabiatla olan eski ve köklü bağlarını tedricen yitirir; bu kopuş, ruhsal daralmayı da beraberinde getirir. Şehirleşmenin hızla artmasıyla çevresi beton duvarlarla çevrilen birey, kalabalıklar içinde yalnızlaşarak kendi sesini dinlemekte veya duymakta güçlük çeker hâle gelir. Bu yabancılaşma sadece fiziksel değil, aynı zamanda zihinsel ve duygusal düzeyde de derin yıpranmaya sebep olur. İşte tam bu noktada edebiyat, insanla tabiat arasında unutulmaya yüz tutmuş o bağın izini sürer, tabiatın hatırlatıcı ve dönüştürücü kudretine tercüman olur. Cemil Kavukçu da bu anlayış içinde kalem oynatan yazarlardan biri olmayı başarır. Modern şehir yaşamının bireyde yarattığı yalnızlık, yabancılaşma ve ruhsal sıkışmışlık durumlarının edebî metinlerde nasıl ele alındığı ve özellikle tabiat aracılığıyla nasıl yansıtıldığı, çağdaş Türk öykücülüğünde yeterince üzerinde durulmamış bir konudur.

Bu genel çerçevede, Türk edebiyatında Cemil Kavukçu'nun öyküleri kendine özgü bir anlatı evreniyle dikkat çeker. Kavukçu'nun öykülerinde tabiat, karakterlerin hayatı sorguladığı ve anılarına döndüğü mekândır. Onun anlatılarında tabiat, kimi zaman bir sığınak, kimi zaman bir hesaplaşma mekânı, kimi zaman da kişinin kendi dünyasına dönük bir yolculuğun ilk durağıdır. Ezik (2021, s. 12)'e göre Kavukçu için mekân, karakterlerinin önünü açan, onları özgürlüklerine salıverdiği, serbest bırakıp tadını çıkarmalarını istediği, aynı zamanda bunu okura da yansıtmaya çabaladığı özel bir görev üstlenir.

Bu çalışmada Cemil Kavukçu'nun öykülerinde tabiatın nasıl anlatıldığı, Lawrence Buell'in *The Environmental Imagination* adlı eserinde "Bir çevresel metin nedir?" başlığı altında ortaya koyduğu görüşler ışığında incelenmiştir. Buell, çevresel metni, tabiatı yalnızca dekor gibi kullanan anlatılardan ayırır; insan tarihinin tabiatla iç içe geçtiği, insan dışındaki varlıkların da çıkarlarının gözetildiği, çevre karşısında etik bir sorumluluğun işlendiği ve tabiatın durağandan öte değişen bir varlık olarak görüldüğü anlatılar olarak tanımlar (Buell, 1995, s. 7–8). Bu dört

ölçüt, çalışmada başlık başlık ele alınmasa da çözümlemenin bütününe kuramsal temel oluşturmuştur.

İncelemede özellikle Kavukçu'nun öykülerinde şehir ortamının karakterlerin ruh hâlinde meydana getirdiği gerilim ve huzursuzluğun tabiatla kurulan temas sayesinde nasıl değiştiği; tabiatın karakterlerin düşüncelerine bakmalarına, sakinleşmelerine ve toparlanmalarına nasıl yardımcı olduğu bu çerçevede değerlendirilmiştir. Böylece bu çalışma, Kavukçu'nun öykülerinde tabiatın yalnızca sahne mi yoksa karakterlerin bocalayıp toparlanma yaşantılarına doğrudan katılan bir öge mi olarak işlendiğini ortaya koymayı hedeflemektedir.

Buell'in sunduğu bu ölçütler, Kavukçu'nun öykülerindeki şehir ve tabiat karşıtlığını yorumlamada oldukça işlevseldir. Kavukçu'nun öyküleri, bu kuramsal çerçeveyle uyum içinde yerli örnek olarak okunabilir. Benzer şekilde Garrard (2004, s.3) da ekoeleştiriyi yalnızca tabiatı estetik unsur olarak ele almakla kalmayıp, onu "ahlakî, kültürel ve politik mesele olarak inceleyen açıkça politik bir çözümleme biçimi" olarak tanımlar. Böylece Kavukçu'nun karakterlerinin tabiatla kurduğu gerilimli ilişki, yalnız bireysel değil, toplumsal ve kültürel düzeyde de anlam kazanır. Zira onun karakterleri, hayatın gürültüsünden uzaklaştıkları her an ve mekânda bir tür arınma yaşarlar. Yazarın anlatı evreninde şehir, bireyin üzerine çöken bir ağırlık gibidir. Kalabalık sokaklar, gürültülü caddeler, mekanik hayat döngüsü, karakterlerin içe kapanmalarına, sükûtlarına ve kopuşlarına yol açar.

Erol (2013, s.272)'a göre şehirler modernizmin hâkim olduğu yerlerdir ve bu sebeple modern hayatın ritmine ayak uyduramayan bireyler için karanlık bir dehlizi temsil eder. Bunun karşısında taşra/tabiat ise bu dehlizden kurtulmak isteyen insanların kaçıp sığındıkları yer olur.

"Adı Yok" (*Gemiler de Ağlarmış*, s. 91-100, 2020), "Ambar Günleri" (*Yüzünüz Kuşlar Yüzünüz*, s. 45-61, 2017), "Balyozla Balık Avı" (*Balyozla Balık Avı*, s. 13-20, 2020), "DOÇ" (*Düşkaçıran*, s. 25-31, 2011), "Fidan" (*O Vakıt Son Mimoza*, s. 23-34, 2015), "İkizce" (*Mimoza'da Elli Gram*, s. 15-29, 2020), "Ormanın İçlerine Doğru" (*Uzak Noktalara Doğru*, 59-88, 2022), "Sessizlik" (*Dört Duvar Beş Pencere*, s. 11-13, 2011), "Tehlikeli Yoklayışlar" (*Gemiler de Ağlarmış*, s. 71-78, 2020), "Yosun Tuttu Gözlerim" (*Uzak Noktalara Doğru*, s. 26-44, 2022) gibi öyküler, bu yönelimi açık biçimde gözler önüne serer.

Yukarıda sıralanan öykülerden hareketle bu çalışmada Cemil Kavukçu'nun söz konusu öyküleri, ekoeleştirel bir yaklaşımla değerlendirilecek, tabiatın birey üzerindeki etkisi, yalnızlık ve buna bağlı gelişen yabancılaşma temaları ekseninde çözümlenecektir.

ÇÖZÜMLEME

Metinlerde tabiat, şehir yaşamının baskısı altında daralan bireylerin yöneldiği; düşünmeye, durulmaya ve toparlanmaya zemin hazırlayan bir alan olarak öne çıkar. Aşağıda, şehirde yaşanan yalnızlık ve sıkışmışlık hâllerinden hareketle bireyin tabiata yönelmesinin, değişimini, geçmişle yeniden yüzleşmesini, tabiatla kurduğu ilişkinin ve ruhsal denge arayışının nasıl geliştiği değerlendirilecektir. Bu çözümlemede tabiat, karakterlerin iç hesaplaşmalarını besleyen ve değişimlerine olanak sağlayan mekân olarak ele alınacaktır.

Şehirde Yalnızlık ve Sıkışmışlık

Cemil Kavukçu'nun öykülerinde şehir, bireyin kendini anlatmakta zorlandığı, çevresiyle sağlıklı bağlar kurmakta güçlük çektiği ve bu nedenle yalnızlaştığı mekân olarak öne çıkar. Bu yalnızlık, yalnızca bedeni bir kopuşun ötesine geçip insanın duygularında oluşan bir daralma hâli olarak belirmiştir. Buralardaki yaşam, dışarıdan bakıldığında canlı ve hareketli görünse de içten içe kişinin çevresiyle sahici bağlar kurmasına engel olan bir uzaklık yaratır. Bu uzaklık zamanla karakterin kendine yaklaşma biçimini de bozar, hatta zayıflatır. Bu ruhsal bozulma ve zayıflama durumu "DOÇ" adlı öyküde belirginleşir. Bu öyküdeki karakter hem şehrin

karmaşası içinde "kendinden uzaklaştığını" hem de çok sevdiği kadının elinden kayıp gittiğini fark eder, bunlar karşısında ise şehri terk etmenin en doğru karar olacağını düşünür. Yaşamın temposu onu yorarken kirlenen insan ilişkileri de kendi benliğinden ödünler vermesine sebep olmuştur. Kendini bulma çabasına giren bu karakter, gittiği ıssız yazlıkta tanışıp DOÇ adını verdiği köpeği sahiplenir ve bu küçük yerde kendi beniyle uzun zaman sonra yeniden bağ kurma fırsatı yakalar (Kavukçu, 2011b, s.25-31).

Kavukçu'nun öykülerinde karşılaşılan karakterler, çoğunlukla sıradan hayatlar süren, şehirde yaşayan, yaptıkları işlerden hoşnut olmayan, sosyal ilişkilerinde tedirginlik yaşayan bireylerdir. Bu kişiler, günümüz yaşantısının dayatmalarına, kurulu düzenin ve çevresel etkenlerin getirdiği baskılara maruz kalır. Şehrin yoğunluğu, koşuşturması ve sorumlulukları onları, kendilerine ait olan yaşantıdan uzaklaştırır. "Adı Yok" adlı öyküde merkezden uzaklaşan karakterler, Adabinli Tepesi'ne varıp nara atarlar ve "işte hayat bu" derler (Kavukçu, 2020, s. 98). Yaşadıkları modern mekânlardan uzaklaşıp tabiatla yeniden bütünleşebilen bu karakterler, böylece kendilerine ait yaşamın kapısını aralamış olurlar. Büyük şehirde kasabanın tek düzeliğinde yaşayan bu karakterlerin yaşadıkları sıkıntılar öyküde açık biçimde bu şekilde dile getirilir. Karakterlerin bu bunaltıcı atmosferden uzaklaşarak tabiata yönelmesi tesadüfi değil, sanki bir tür zaruri çıkış olarak yansıtılır.

Şehir hayatı, birey üzerinde düşünsel düzeyde de daraltıcı baskı oluşturur. Bu tıkanıklık, kişiler arası iletişimin zayıflaması ve bireyin çevresiyle derinlikli ilişkiler kuramaması şeklinde anlatılır. Bu ilişkisizlik ve yabancılık hissi karakterleri pasif bir direniş olan intihara kadar sürükleyebilmektedir. Korkmaz (2021, s. 29)'a göre bu durum karakterlerin kendi kaderini belirleme iradesidir. Kavukçu öykülerinde bu türden karakterlere sıkça rastlanır ve öykülerdeki intihar gibi hadiselerin alt yapısında da pasif bir direniş bulunur. Kavukçu'nun şehir anlatımları, insanı kalabalıkların ortasında yalnız bırakan, zamanla suskunluğa iten bir yapıdadır. Yazarın "Tehlikeli Yoklayışlar" adlı öyküsünde bu suskunluk, şehir yaşamının bireyde yarattığı gerilimin bir sonucu olarak belirir. Ailesiyle tatil için geldiği otelin penceresinden kayaları izleyen anlatı kişisi, şehirde yaşadığı hastalıkların ardından bu yeni ortamda kendine dair izler bulur. Sessizlik içinde "bilge kişiler gibi" bakışan kayalar ona "kendi"ni hatırlatır; bu karşılaşma, karakterin "mükemmel, bütün ve tam" (Kavukçu, 2020, s. 73) hissetmesini sağlar. Şehir yaşamının gürültüsü ve tekdüzeliği nedeniyle tabiatla bağını yitirmiş olan bu karakterin yalnızlığının, zamanla bağımlılık ve hastalıklara sürüklenişine neden olduğu, bu süreçte kendini tükenmiş hissettiği anlaşılır. Kavukçu'nun öykü dünyasında, benzer biçimde, karmaşa ve monotonluk karşısında yalnızlıklarını bastırmak için bağımlılıklara yönelen karakterlere sıklıkla rastlanır.

Bazı öykülerde bu yalnızlık, karakterlerin mesleki yaşamları üzerinden de görülür. Şehirdeki konumlarından ya da yaptıkları işlerden hoşnutsuz olan bu kişiler, zamanla hayata karşı ilgilerini kaybetmeye başlar. Bu hoşnutsuzluk, giderek isteksizlik hâline bürünür. "DOÇ" adlı öyküde önceleri yerinde duramayan karakterin, şehrin temposu içinde savruluşuna şahit olunur: "Her gün biraz daha mutsuz olduğu işinden ayrılacağını, bu karmaşık mekândan kaçmak istediğini Hakkı'ya söylediğinde, "Abi, kafaya format atmak lazım. Keşke ben de yapabilsem," demişti. Âlem adamdı Hakkı. Bilgisayarını formatlayacak gücü yoktu. Günden güne kilo alarak öfkesini bedeninden çıkarıyordu (Kavukçu, 2011b, s. 25). Bu noktada Kavukçu'nun anlatılarında şehir bir arka plan olmaktan çıkar; bireyin yaşama anlam verme çabasında zorlandığı, öfke nöbetlerine tutulduğu baskı alanı olur. Bu baskı sürdükçe yalnızlık da derinleşir; tabiat ise, uzak kalınan ama özlemi duyulan, kişinin anlatının ilerleyen bölümlerinde tekrar yöneldiği bir "başka yer" olarak belirir. Öykudeki karakter için o "başka yer" birkaç günlüğüne gittiği babadan kalma yazlık olur. O, şehirde kaybettiği benliğini burada tekrar bulacak ve geri dönmek istemeyecektir.

İncelenen öykülerde şehir yaşamının birey üzerinde nasıl bir yalnızlık ve baskı oluşturduğu açık biçimde gözlemlenir. Karakterlerin bu baskıya karşı geliştirdikleri tepkiler kimi zaman pasif bir direniş, kimi zaman uzaklaşma isteği ya da bağımlılığa yöneliş şeklinde ortaya çıkar. Kavukçu'nun anlatı kişileri, modern hayatın onlara dayattığı kimlikten sıyrılmaya çalışırken, tabiatla kurdukları ilişki sayesinde bu kopuşu anlamlandırmaya uğraşırlar. Bu yönüyle öyküler, bireyin kendine dönüş çabasında tabiatın ne tür bir eşlik edici unsur olarak belirdiğini gösterir.

Tabiata Yönelimin Anlamı ve Sınırları

Cemil Kavukçu'nun anlatılarında tabiat, pasif bir öğe değil; şehirde bunalan, çevresiyle sağlıklı ilişki kuramayan ve yaptığı işten tatmin olmayan karakterlerin yöneldiği bir mekân olarak belirir. Bu yöneliş, yüzeyde bir kaçış gibi görünse de temelde yaşamla temas kurma ve ona başka bir yerden bakabilme ihtiyacına dayanır.

"Ormanın İçlerine Doğru" öyküsünde, karakterin şehrin karmaşasından ve bozulan insan ilişkilerinden uzaklaşıp tabiatta yaptığı yolculuk anlatılır. Bu yolculuk boyunca sık sık şehir ve tabiat karşılaştırması yapılır; anlatıcı karakter, kaybettiği benliğine yaklaşmaya başlar: "Bir kent ve bir yaşam çok uzakta artık. Ormanın içlerine doğru çekildiğim her adımda her şey uzaklaşıyor benden ama ben kendime daha çok yaklaşıyorum." (Kavukçu, 2022, s. 73). Kavukçu, bu öyküsünde yolu "bazen bir terapi veya arınma aracı, bazen de realiteden kaçış biçimi" olarak işler (Okay, 2020, s.214). Anlatıcının bu yönelimi fiziksel bir yer değişiminin ötesinde düşünme, durulma ve yaşamı tartma sürecidir.

Erol (2013, s. 285), Kavukçu'nun, karakterlerini yalnızlık, yoksulluk, modernizm, yozlaşma ve korku gibi temalarla örülü kimlik bunalımlarını işlerken bu kişilerin sürekli bir kaçışa yönelme eğilimlerinin de altını çizdiğini belirtir. Bu kaçış, yalnızca çevresel baskılardan değil, bireyin yaşam deneyimini anlamlandırma çabasından da beslenir. Kavukçu'nun anlatı kişileri tabiata yönelerek hayattan uzaklaşmaz; aksine, ona başka bir yerden, daha sağlam bir zeminden bakmayı denerler.

"Balyozla Balık Avı" öyküsünde, şehirdeki "içkili-borçlu" hayatını geride bırakıp köye yerleşen karakter, kendisini onarma çabasına girer. Doğal yaşamın içinde duyduğu basit bir sevinç bu yeni bakışın habercisidir: "Sabah follukta üç yumurta buldum, çocuklar gibi sevindim. Olay buydu. Doğal beslenecektim. Yıpranmış bedenimi ve ruhumu onarmak için buradayım." (Kavukçu, 2020a, s. 14). Tabiatın yaşama başka yerden bakma imkânı sunduğu bu yönelim, Kavukçu'nun diğer öykülerinde de karşılık bulur.

Ancak her yöneliş, istenen dönüşümü beraberinde getirmez. Yazarın "Ambar Günleri" öyküsünde, şehir hayatının tekdüzeliğinden kaçan anlatıcı karakter, deniz yolculuğu fikrinden heyecan duyar: "Uyandığımda kamaranın lombozundan sonsuz maviliklere bakacak, güverteye çıkıp deniz havası soluyacak ve hapsolduğum kenti terk ettiğim için son derece mutlu olacaktım" (Kavukçu, 2017, s. 49). Fakat bu hayal, karakterin bir kaçak gibi ambar katında tutulmasıyla son bulur. Böylece Kavukçu, tabiatı bir özgürleşme alanı olarak işlerken aynı zamanda bu yönelişlerin her zaman umut verici sonuçlar doğurmayabileceğini de gösterir.

Tabiat, şehir yaşamının getirdiği baskılardan uzaklaşan karakterlerin kendilerini sorguladıkları ve ruhsal olarak toparlanmaya çalıştıkları alan olarak öne çıkar. Uzun süreli gürültü ve sosyal hayatın tıkanmışlığından sonra, tabiatın sunduğu duruluk içinde yaşamı yeniden kurma arzusu ortaya çıkar. Bazı öykülerde bu yönelim karakterin bireysel dönüşümüne imkân tanırken bazı örneklerde ise beklenen karşılığı bulamaz ve hayal kırıklığına dönüşür. Böylece Kavukçu, tabiatı hem bir imkân hem de bir sınır olarak işleyen anlatılar kurar.

Aynı zamanda tabiat, şehirde baskılanmış duygularla baş etmeye çalışan bireylerin yöneldiği bir alan olarak belirir. Bu yönelim kimi zaman düşünmeye ve toparlanmaya imkân tanır, kimi zaman ise beklentilerin karşılıksız kalmasıyla sonuçlanır. Öykü kişilerinin tabiatla kurdukları

ilişki, bir yerden uzaklaşma isteğinden çok, yaşamla temas kurma ihtiyacından beslenir. Bu nedenle Kavukçu'nun anlatılarında tabiat ne kaçılacak bir yer ne de kesin bir çözüm alanıdır; bazen sükûnetle karşılayan, bazen de karşılık vermeyen bir durak olarak yer alır.

Hatıralarla Bütünleşme: Tabiat ve Bellek İlişkisi

Cemil Kavukçu'nun öykülerinde tabiat hem şimdiki zamanı hem de geçmişi içinde barındırır. Anlatı kişileriyle tabiat arasında kurulan karşılaşmalar, çoğu zaman hatırlama eylemine dönüşür. Bu hatırlama bir tek çocukluk hatıralarını uyandırmaz; bastırılmış duyguları, yarım kalmış ilişkileri ve silikleşmiş yaşantı izlerini de beraberinde getirir. Bu anlamda tabiat, hafızanın uyarıcısı olur ve bireyin geçmişiyle temas kurmasını sağlar. "Yosun Tuttu Gözlerim" adlı öyküde, karakterin çocukluk ve gençlik yıllarının geçtiği yere dönüşü, bunun fizikî bir ziyaret değil; geçmişle hesaplaşma ve değişenleri de fark etme sürecini gösterir. Bu karşılaşma, karakterin zihninde zamanın çözülmesine, mekânla hatıralar arasında geçişlerin yaşanmasına vesile olur. Anlatıcının tabiatı gözlemlemesi, bu hatırlama sürecini başlatır (Kavukçu, 2022, s. 26-44).

Ramazan Korkmaz (2017, s. 13), anlatıya bağlı metinlerde mekânı "çevresel mekânlar" ve "algısal mekânlar" şeklinde iki başlık altında açıklar. Çevresel mekânlar, olayların geçtiği, karakterlerin üzerinde dolaşıp oturduğu, yani sadece dekor işlevi gören yerlerdir. Buna karşılık algısal mekânlar, "kişi-yer ilişkisini belirgin bir sorun düzeyinde ortaya koyan, dönüştürülmüş, anılaştırılmış yerlerdir; yalnızca topografik bir yer değil, anlam taşıyan, anıları barındıran, kişinin dünyasını yansıtan bir değer" olarak tanımlanır. Hamdullah Okay (2020, s. 83) da bu kuramsal ayrımı temel alarak, Kavukçu'nun öykülerinde mekânın çoğu zaman bu algısal niteliği taşıdığını belirtir. Gerçekten de Kavukçu'nun anlatılarında tabiat, fiziksel bir çevre olmaktan daha çok; karakterlerin şehir hayatında bastırdıkları duygu ve düşüncelerle yüzleşmelerine ve bir tür denge arayışına zemin hazırlayan alan olarak öne çıkar. Böylece tabiat, anlatıda karakterlerin yalnızlık, yabancılaşma ve kişisel çıkmazlarına eşlik eden; bazen onları değişime yönelten, kimi zaman ise bu kırılganlığı daha da belirginleştiren bir katmana dönüşür. Bu yönüyle Kavukçu'nun öykülerinde tabiat, Lawrence Buell'in çevresel metin anlayışında da vurguladığı gibi, sadece dekor olarak kalmaz; bireyin yaşamıyla güçlü bağlar kuran, düşünsel ve duygusal çözülmelere tanıklık eden bir unsurdur.

Kavukçu'nun tabiat betimlemeleri, yüzeysel görsellik sunmaz. Ağaçlar, rüzgâr, gökyüzü yahut sessizlik gibi unsurlar, karakterin zihninde derin izler bırakır. Bu izler, 'geçmiş'le 'şimdi' arasında bir bağ kurar. Söz konusu bağ yalnızca duygusal bir etkiden ibaret değildir; karakterin geçmişini yeniden yorumlamasına, kimi zaman affedişe, kimi zaman da geçmişte kaldığını sandığı hislerle yüzleşmesine imkân tanır. "Yosun Tuttu Gözlerim" adlı öyküde Kavaklaraltı Parkı, karakterin çocukluk ve gençlik yıllarının geçtiği bir yer olarak sunulur. Kacıroğlu'na göre, bu öykü ismini Erkin Koray'ın "Yalnızlar Rıhtımı" isimli şarkısından alır ve "Yosun Tuttu Gözlerim" öyküsünde "modern insanın toplumsal şartların değişimi karşısında duyduğu hüzün" anlatılır (Akt. Okay, 2020, s. 217). Benöyküsel anlatıcı, kendisini hüzünlendireceğini bile bile Kavaklaraltı Parkı'nın geçirdiği değişimi yerinde görmek ister. Böylece öyküdeki tabiat betimlemeleriyle parkın onun belleğindeki yerine şahit olunurken bir yandan da buraların nasıl tahrip edilip değiştirildiğine dair ayrıntılar önem arz eder.

Tabiattaki bazı ayrıntılar, karakterlerin zihninde oluşan şekilleriyle Kavukçu'nun birçok öyküsünde geçer. Bu, öykü üzerinden tabiat betimlemesi yüzeyselliğin dışına çıkıp hem karakterin belleğindeki hatıralarla bütünleşmesini sağlar hem de tabiatın nasıl tahrip edildiğini gösterir:

> Bak, diyorum içimi çekerek, ne parkın bir köşesine Futbolcu Kemal'in büstünün konduğu yılları ne de Elbiseci Orhan'ın davudi sesiyle 'Suy-i Kağıthane'de mecnun misal' diye başlayan segah besteyi söylediği yılları anımsıyorum (senin bunlardan

> haberin bile yoktur), ama o uçarı gençliğimin cennet bahçesinin böylesi bir zevksizlik örneğine dönüştürülmesi karşısında içim parçalandı (Kavukçu, 2022, s. 29).

Karakterin bu değişim karşısında belleğindeki hatırlarla yüzleşmesi ve geçen yıllar içinde kendindeki değişimi de fark etmesi öyküdeki tabiat betimlemeleri üzerinden okunur.

Kavukçu'nun öykü kişilerinin çoğu, romantik bir eğilimle geçmişe ya da tabiata yönelir; ancak kendilerini dönüştüremedikleri için sıkıntılarını da beraberlerinde taşır ve vardıkları yerde bekledikleri huzuru bulamazlar (Okay, 2020, s. 211). Anlatılarda tabiat, bir kaçış alanı değil, aynı zamanda karakterlerin iç dünyalarındaki çatışmaları ve yarım kalmışlıkları görünür kılan zemin hâline gelir. Bu çift yönlü hareket, tabiatın edilgin bir imge olmanın ötesinde, belleği canlı tutan bir işlev gördüğünü de ortaya koyar. Tabiat burada geçmişle şimdiyi buluşturan bir hatırlama mekânı olarak öne çıkar; karakterin bugünkü varlığını geçmişin izleriyle sorgulamasına olanak tanır. "Yosun Tuttu Gözlerim" adlı öyküde de tabiatın yıllar içindeki değişimiyle karakterin geçirdiği dönüşüm yan yana verilerek, geçmişle bugün arasındaki bağ ayrıntılı biçimde işlenir. Değişen sadece çevre değildir; zamanla büyüyen o çocuk da farklılaşmıştır ve bu değişim ona beklediği huzuru getirmez. Bu bağlamda Cemil Kavukçu'nun incelenen öykülerinde tabiatın sadece betimleme aracı olmadığı, onun öykü karakterlerinin belleklerini harekete geçiren bir görev üstlendiği de görülür. Şehirdeki hayatından sonra geçmişine ait yerlere dönen karakterler karşılaştıkları bu yeni tabiat karşısında şaşkın ve üzgündür. Çünkü bu yeni durum onlara iki şeyi gösterir: Birincisi çocukluklarındaki tabiat artık sadece hatıralarda kalacaktır, şehirleşme onlara ait olanı değiştirmiştir, ikincisi ise kendilerindeki değişiklikleri de fark etmeleridir. Hatıralarla bugün arasında yaşanan gelgitler ve ayrıntılar "devrin kaotik yapısı"nın insana kaçış alanı bırakmadığını gösterir.

Kavukçu'nun öykülerinde tabiat, karakterlerin kaçmak için sığındıkları bir alan değil; onları geçmişle, hatıralarla ve kırılganlıklarıyla yüzleştiren bir mekân olarak öne çıkar. Böylece tabiat değişen çevreyle birlikte karakterin de dönüşümünü görünür kılan bir işleve bürünür. Bu anlatılarda şehirleşmeyle değişen tabiat, karakterlerin çocukluklarına dair imgeleri silerken aynı zamanda onların bugünkü varlıklarını sorgulamalarına yol açar. Bu da Kavukçu'nun metinlerinde tabiatı, dekoratif unsur olmaktan çıkararak kişisel çözülmelerin tanığı hâline getirir.

Tabiat ve Denge Arayışı

Tabiat Cemil Kavukçu'nun öykü evreninde, kişinin yalnızca sığındığı alan olmaktan çıkarak kişinin toparlandığı, ruhen ve zihnen dengeye kavuştuğu mekân olarak sunulur. Bu yönüyle tabiat, anlatı kişilerinin sadece dış dünyaya bağlı olmadan kendi içlerinden gelen sıkışmışlıklardan da uzaklaşmalarına bir imkân sunar. Kavukçu'nun tabiat tasvirleri, insanın hem yaşamla hem de kendi iç dünyasıyla yeniden bütünleşmesine imkân tanıyan anlatı alanları yaratır.

Yazarın "Fidan" adlı öyküsünde, içki bağımlısı bir karakterin tabiatla buluşmasına ve bu süreçte yaşadıklarına dair ayrıntılı bir anlatı sunulur. Öyküde tabiata ait sesleri duymaya başlayan karakter, her şeyden zevk almaya başlar ve bu sayede yıllardır şehirde baskıladıklarının aksine bir yaşam süreceğine, iyileşeceğine dair ümitli cümleler kurar (Kavukçu, 2015, s. 23-34).

Öykülerdeki karakterler sıkışmışlıklar ve düş kırıklıkları içindeyken çözümü kaçmakta/gitmekte bulurlar. Kavukçu'nun da hayatı incelendiğinde kendisi ile karakterleri arasındaki benzerlik dikkati çeker. Cemil Kavukçu, kendisiyle yapılan bir söyleşide "kaçış" düşüncesinin iç dünyasındaki yansımasını "Daraldığım, yorulduğum, düş kırıklığına uğradığım zamanlarda sığındığım tek liman 'gitmek." biçiminde açıklar (Okay, 2020, s. 211). Kavukçu'nun kendisi gibi öykü karakterlerinde de yoğun olarak kaçma/gitme isteği görülür ve

öykülerde tabiat kaçış mekânı, hayatlarındaki karmaşayı yatıştıran bir denge alanı olur. Yazar böylece tabiatı 'karşı mekân' olarak kurgular; şehirdeki huzursuzluk, uyumsuzluk ve iletişimsizlik, tabiatla yakınlık bulan karakterlerde geçici de olsa yerini bir sükûnete bırakır. Bu denge, çoğu zaman anlatı kişisinin sessizleşmesi, düşünmeye yönelmesi ve geçmişte kalmış meselelerle yüzleşmesiyle kendini gösterir. Yazarın "Sessizlik" adlı öyküsünde kalabalıklar içinde yalnızlık yaşayan, sevmediği işte çalışan ve sürekli birahanede vakit geçiren karakterin pencereden gördüğü gemiler "karşı mekân" olarak kullanılır. Karakter açıktaki gemilerin onu beklemediğini bilse de o, "hep gideceği günü düşlemiştir" (Kavukçu, 2011a, s. 12). Öyküdeki tabiat görüntüleri kısa olsa da karaktere şehir yaşamının dışına çıkma hayali kurdurur. O, bir gün korkularını yenerse açıkta bekleyen gemiye binecek ve "kendine ait bir yaşama doğru gidecektir".

Kavukçu'nun öykü karakterleri yaşadığı yıkım, bunalım ve coşku yitimiyle bocalayan kişilerdir ve onlar soluğu, her türlü bunalımdan uzak ve hiçbir çıkar gözetmeden varını yoğunu insana sunan tabiatta bulurlar (Okay, 2020, s. 234). Bu yönüyle tabiat, modern şehirlerin insanın ruh dünyasında yaptığı tahribatı onarmanın ve ruhen arınmanın mekânıdır. Şehir yaşamından uzaklaşıp dengeyi bulmak isteyen bu karakterlerin durumu, tabiatla karşılaştıklarında daha da belirginleşir. Fakat bu toparlanma sanıldığı kadar hızlı olmaz, bu, öykülerin geneline yayılan, zamanla gerçekleşen iyileşme olarak sunulur. Öykülerde tabiat, kişiyi doğrudan iyileştiren bir güç değil; iyileşmeye uygun ortam sunar. Bu durum, onun tabiat anlatılarını romantik ideallerden uzaklaştırır ve daha sade, gerçekçi bir anlatım çerçevesine oturtur. Bu sessiz toparlanmayı yazarın "İkizce" öyküsünde görmek mümkündür. Şehrin tüm kirliliğinden sıyrılan karakter, İkizce'de köyün/tabiatın onun için bir öğretici olacağına, ona sabrı öğreteceğine inanır. O, köyü kuşbakışı gören evlerinde tabiatı izlerken, köy rutinlerinin ve yavaşlığının onu iç dinginliğe eriştireceğini düşünür. Böylece Kavukçu'nun bu öyküsüyle tabiatı, karakterlerin iyileşmesine bir zemin olarak kurguladığı görülür (Kavukçu, 2020c, s.15-29).

Öykülerde tabiat karakterlere bir sığınaktır; ancak karakterler bu sığınağa çekilirken pasif kalmaz, hayatlarında denge kurabilmek için aktif çaba sarf ederler. İncelenen öykülerdeki karakterleri, şehirdeki hayatları bağımlı ve hasta ederken onlar tabiatla bütünleşerek iyileşebilecekleri ümidini taşırlar. Bu ümit sayesinde öykülerde hareketlilik sağlanır ve öykü boyunca karakterlerin tabiata tutunmalarına, karmaşadan uzaklaşarak sadelik içinde denge kurma çabalarına şahit olunur.

SONUÇ

Bu çalışmada Cemil Kavukçu'nun öykülerinde tabiatın bireyler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın temel amacı, modern şehir hayatının kişilerde meydana getirdiği yalnızlık, baskı ve yön kaybı gibi duyguların, tabiatla temas yoluyla nasıl dönüştüğünü, bu dönüşümün iyileştirici rolünü tartışmaktır. İncelenen öykülerde tabiat, anlatı kişilerinin yaşamı sorguladıkları, geçmişle bağ kurdukları ve düşüncelerini sadeleştirdikleri bir alan olarak kurgulanmıştır. Tabiat, anlatı kişilerine geçmişe ulaşma ve iç dengeye kavuşma imkânı veren, anlatının aktif bir parçasıdır.

Cemil Kavukçu'nun öykülerinde tabiatla karşılaşma, anlatı kişilerini şehirde bastırdıkları duygu ve düşüncelerle yüzleşmeye yöneltir. Gürültü, hız ve kopuk ilişkilerle örülü şehir hayatından uzaklaşan karakterler, tabiat içinde farklı bir algıya geçer; çevreyi gözlemleyerek sessizliğin içinde kalır, değişimi bu boşlukta sezmeye başlar. Bu süreçte tabiat, doğrudan iyileştirme aracı değil, toparlanmanın ve kendini tanımanın koşullarını hazırlayan düzlem olarak ortaya çıkar.

Onun öykülerinde tabiat, yalnızca dış mekân değil, hafızayla ilişkili katmanlı bir yapı olarak işlenir. "Yosun Tuttu Gözlerim" gibi metinlerde tabiat, karakterin geçmişle karşılaştığı,

değişimi fark ettiği ve bu farkın yarattığı duygusal kırılmaları deneyimlediği alan hâline gelir. Şehirde kaybolan ya da bastırılan sesler ise "Ormanın İçlerine Doğru" metninde suyun şırıltısında, taşların sessizliğinde, ormanların derinliğinde yeniden belirir. Bu yönüyle Kavukçu'nun tabiat anlatıları, Lawrence Buell'in çevresel kurgu tanımına uygun şekilde, mekânı yalnızca arka plan değil, anlatının aktif unsuru hâline getiren örnekler sunar.

Kavukçu'nun öykülerinde tabiat, şehirde biriken baskı ve yalnızlığa karşı sessiz direnç alanı gibidir. Anlatı kişileri, tabiatla temas kurdukça geçmişlerini düşünür, hayatlarını başka bir gözle tartar ve kendilerini toparlamaya çalışır. Bu metinlerde tabiat kesin bir kurtuluş yolu değil; ama insanın hatırlamasına, düşünmesine, biraz olsun durulmasına zemin hazırlayan güç olarak çıkar karşımıza. Böylece Kavukçu, öykülerinde şehirle insan arasındaki gerilimi tabiat üzerinden görünür kılarken, çağdaş edebiyatta çevre duyarlılığına da anlamlı bir katkıda bulunur. Çalışmanın sınırlılığı ise yalnızca seçilen belli öykülerle yetinmesidir. Kavukçu'nun farklı dönemlerdeki anlatıları karşılaştırıldığında ya da bu mesele toplumsal cinsiyet, sınıf ya da değişen mekânlar açısından ele alındığında, tabiat ve insan ilişkisine dair daha katmanlı yorumlar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Buell, L. (1995). *The environmental imagination: Thoreau, nature writing, and the formation of American culture*. Harvard University Press.

Erol, K. (2013). 1980 sonrası Türk öykücülüğünde Cemil Kavukçu ve *Temmuz Suçlu* adlı öykü kitabının tutunamayan karakterlerinde kimlik bunalımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10*(1), 264–294.

Ezik, A. (2021). Cemil Kavukçu öykücülüğü. İçinde S. Parlak (Ed.), *Cemil Kavukçu öykücülüğü: Kasabadan kente doğru* (s. 11–17). Günce Yayınları.

Garrard, G. (2004). *Ecocriticism*. Routledge.

Kavukçu, C. (2011a). *Dört duvar beş pencere*. Can Yayınları.

Kavukçu, C. (2011b). *Düşkaçıran*. Can Yayınları.

Kavukçu, C. (2015). *O vakıt son mimoza*. Can Yayınları.

Kavukçu, C. (2017). *Yüzünüz kuşlar yüzünüz*. Can Yayınları.

Kavukçu, C. (2020a). *Balyozla balık avı*. Can Yayınları.

Kavukçu, C. (2020b). *Gemiler de ağlarmış*. Can Yayınları.

Kavukçu, C. (2020c). *Mimoza'da elli gram.* Can Yayınları.

Kavukçu, C. (2022). *Uzak noktalara doğru*. Can Yayınları.

Korkmaz, A. (2021). Cemil Kavukçu öykücülüğü. İçinde S. Parlak (Ed.), *Cemil Kavukçu öykücülüğü: Kasabadan kente doğru* (s. 22–30). Günce Yayınları.

Korkmaz, R. (2017). Romanda mekânın poetiği. İçinde R. Korkmaz ve V. Şahin (Ed.), *Romanda mekân: Romanda mekân poetiği ve çözümlemeler* (s. 9–26). Akçağ Yayınları.

Okay, H. (2020). *Cemil Kavukçu — İnsan ve eser* (Yayımlanmamış doktora tezi). Dicle Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türk Dili ve Edebiyatı Anabilim Dalı.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF PLASTERED AND UNPLASTERED INFILL WALLS ON THE LATERAL LOAD-BEARING CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE FRAMES

SIVASIZ VE SIVALI FARKLI TÜRDE DOLGU DUVARLARIN BETONARME ÇERÇEVELERİN YATAY YÜK TAŞIMA KAPASİTESİNE ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI

Anıl Can GÜLBİTTİ
Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering, Kırıkkale, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7000-1418

Prof. Dr. Orhan DOĞAN
Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering, Kırıkkale, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4942-1725

ABSTRACT

A significant part of Turkey takes plays within a high-risk seismic zone. Although walls in reinforced concrete frame buildings are typically considered non-structural elements, it is known that infill walls can contribute to the lateral resistance of these structures up to a certain earthquake magnitude. Based on the level of damage in the structural elements and/or the cost of retrofitting, demolition or strengthening is generally recommended. In retrofitting strategies, the potential contribution of newly reconstructed infill walls and plaster is usually disregarded. While this approach might be appropriate as a conservative measure in buildings constructed with low-strength bricks, mortar, and plaster, it is neither scientifically accurate nor economically justified for buildings located in low seismic risk areas and built with high-quality infill walls. In this study, the effects of vertical load, infill walls, and plaster on the lateral load-bearing capacity of reinforced concrete frames were experimentally investigated.

Considering a typical story height of 3 meters, four single-span, half-scale reinforced concrete frames were prepared: three were undamaged, and one had previously sustained damage under vertical and lateral loads. The damaged frame was rebuilt with horizontally perforated brick infill walls and cement-based plaster without applying any structural retrofitting. The influence of vertical load, infill wall, and plaster on the lateral load-bearing capacity of the reinforced concrete frames was evaluated under applied lateral loads.

Evaluation of the experimental data revealed that vertical load, infill walls, and plaster significantly enhance the lateral load capacity of the frames. The study concluded that vertical load contributed approximately 28%, infill walls approximately 44%, and plaster approximately 82% to the total lateral load-bearing capacity of the frames. These findings demonstrate that non-structural elements such as plastered infill walls can play a crucial structural role in the assessment of lateral load performance.

Keywords: Reinforced Concrete Frame, Infill Wall, Cement-Based Plaster, Horizontally Perforated Brick, Lateral Seismic Load

ÖZET

Türkiye'nin büyük bir kısmı yüksek riskli deprem kuşağı üzerindedir. Her ne kadar betonarme karkas binalarda duvarlar taşınan eleman olarak bilinse de, betonarme karkas binalarda dolgu duvarlarının yatay deprem yüküne karşı belirli bir deprem büyüklüğüne kadar katkı verdiği bilinmektedir. Taşıyıcı elemanlardaki hasar düzeyine ve/veya güçlendirme maliyetine bakılarak yıkım ya da güçlendirme önerilmektir. Güçlendirme önerilen yapılarda yeniden inşa edilecek olan dolgu duvarların ve sıvanın katkısı dikkate alınmamaktadır. Bu yaklaşım düşük dayanımlı tuğla, örgü harcı ve sıva ile yapılan binalar için her ne kadar güvenli tarafta kalmak adına doğru bir yaklaşım gibi gözükse de deprem riski düşük olan bölgelerde kaliteli dolgu duvar kullanılan bir bina için bilimsel bir yaklaşım olmamakla birlikte ekonomik bir yaklaşım da değildir. Bu çalışmada, düşey yük, dolgu duvar ve sıvanın betonarme çerçevelerin yatay yük taşıma kapasitesi üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir.

Tipik bir kat yüksekliği olan 3 metre dikkate alınarak, 1/2 ölçekli dört adet tek açıklıklı betonarme çerçeve hazırlanmıştır: Üçü hasarsız, biri ise daha önce düşey ve yatay yükler altında hasar görmüş çerçevedir. Hasarlı çerçeve, herhangi bir yapısal güçlendirme yapılmadan, yatay delikli tuğla duvar dolgusu ve çimento esaslı sıva ile yeniden inşa edilmiştir. Betonarme çerçevelerin yatay yük taşıma kapasitesi üzerindeki düşey yük, dolgu duvar ve sıva etkisi, uygulanan yatay yükler altında test edilmiştir.

Elde edilen deneysel veriler incelendiğinde, düşey yük, dolgu duvar ve sıvanın çerçevelerin yatay yük kapasitesinde önemli bir artış sağladığını göstermektedir. Çalışma sonucunda, düşey yükün yaklaşık %28, dolgu duvarların yaklaşık %44 ve sıvanın yaklaşık %82 oranında çerçevelerin toplam yatay yük taşıma kapasitesine katkıda bulunduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, sıvalı dolgu duvarlar gibi taşıyıcı olmayan elemanların yatay yük performans değerlendirmelerinde önemli yapısal roller üstlenebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Betonarme Çerçeve, Dolgu Duvar, Çimento Esaslı Sıva, Yatay Delikli Tuğla, Yatay Deprem Yükü

GİRİŞ

Ülkemizde yapı malzemeleri ve işçilik maliyetlerindeki artış nedeniyle, betonarme taşıyıcı sistemli yapıların inşaat maliyetlerinin arttığı açıkça gözlemlenmektedir. Bu nedenle, betonarme yapıların ekonomik olarak üretilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Ancak, ülkemizin büyük bir bölümü deprem kuşakları üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle, yapıların hem depreme dayanıklı hem de optimum maliyetle inşa edilmesi gereklidir.

Mevcut yönetmeliklere göre, betonarme yapılarda dolgu duvarların çerçevenin yatay yük taşıma kapasitesine olan katkısı ihmal edilmektedir. Yapısal analizlerde yalnızca kolon ve kirişlerin yatay yük taşıma kapasitesi dikkate alınmaktadır. Bu yaklaşım, deprem riski yüksek bölgelerde güvenliği sağlamak açısından temkinli bir yöntem olsa da düşük deprem riski taşıyan bölgelerde mühendislik temelli ve ekonomik bir çözüm değildir. Ayrıca, zemin katlarda ticari kullanım nedeniyle dolgu duvarlarının bulunmaması, bu katlar ile üst katlar arasında rijitlik düzensizliği oluşturmaktadır. Bu durum, yapı içerisinde yumuşak kat düzensizliğinin (TBDY 2018) oluşmasına neden olmaktadır.

Yapılan deneysel çalışmalar, dolgu duvarların taşıyıcı sistemin yük taşıma kapasitesini artırdığını göstermiştir. Bayülke (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, çerçeve açıklıklarını tamamen dolduran ve yüksek dayanımlı tuğla ve harç ile inşa edilen duvarların, yapıların yatay yük taşıma kapasitelerini önemli ölçüde artırdığı gözlemlenmiştir [1].

Dönmez (2006) tarafından yapılan çalışmada, dolgu duvarların yapısal modele dâhil edilmesiyle rijitliğin önemli ölçüde arttığı, dolgu duvarlarda boşluk olması durumunda ise yapının toplam rijitliğinde yaklaşık %6 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca, zemin kat dolgu duvarlarının kaldırılması durumunda bu katta rijitliğin %58 oranında azaldığı ve zayıf kat oluştuğu belirtilmiştir [2].

Güney ve Boduroğlu (2006) tarafından yapılan ortak çalışmada, çeşitli yapısal sistemler için dolgu duvarlı ve duvarsız modellerin hem doğrusal hem de doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir. Duvarlı ve boş çerçeve sistemlerinin sonuçları karşılaştırıldığında, taşıyıcı yapı elemanı sayısı az olan yapılarda dolgu duvarların katkısının, artan dış merkezlik oranı ile birlikte önemli bir parametre haline geldiği ve sistemin süneklik gereksinimi parametresi üzerinde önemli etkiler gösterdiği tespit edilmiştir [3].

Tarakcı (2006) tez çalışmasında, taşıyıcı sistemi; sadece çerçeve, normal dolgu duvarlı çerçeve ve güçlendirilmiş dolgu duvarlı çerçeve şeklinde çeşitli konfigürasyonlarda modellemiş ve duvarların sisteme olan katkısını belirlemiştir. Normal dolgu duvarların yaklaşık 4 kat, güçlendirilmiş dolgu duvarların ise yaklaşık 6 kat rijitlik artışına neden olduğu; ayrıca yanal yer değiştirme kapasitelerinde 2,5 ila 3 kata kadar artış sağladıkları tespit edilmiştir [4].

Sucar (2008) tez çalışmasında SAP2000 statik analiz programı kullanılarak 4 katlı betonarme bir yapı tasarlamış ve 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre (eşdeğer deprem yükü yöntemiyle) boyutlandırılmıştır. Yapının performans değerlendirmesi doğrusal elastik analiz yöntemiyle yapılmıştır. Aynı binada dolgu duvarlar eşdeğer diyagonal basınç çubuğu olarak modellenmiş ve performans analizi yeniden gerçekleştirilerek, simetrik yerleştirilen dolgu duvarların binanın sismik performansını artırdığı gösterilmiştir [5].

Sevil, Baran ve Canbay (2010) tarafından yapılan çalışmada, çerçevede tuğla ile imal edilmiş dolgu duvar bulunmasının, çerçevenin yanal yük taşıma kapasitesini boş çerçeveye kıyasla yaklaşık 3,5 kat artırdığı, ayrıca tuğla dolgu duvara sıva uygulanmasının bu kapasiteyi yaklaşık 4,5 kata çıkardığı gösterilmiştir [6].

Boztaş (2015) tezinde, dolgu duvarların betonarme çerçeveli taşıyıcı sistemlerin performansına olan etkisini araştırmıştır. Dolgu duvarlı ve dolgu duvarsız çerçeve taşıyıcı sistemlerin doğal titreşim periyot değerleri karşılaştırıldığında, dolgu duvarlara sahip çerçevelerin doğal titreşim periyotlarının çok daha düşük olduğu, dolayısıyla dolgu duvarların yatay rijitliğe önemli katkı sağladığı görülmüştür [7].

Coza (2023) makalesinde, tek açıklıklı, tek katlı çerçevelerin yatay yük taşıma kapasiteleri ve davranış özellikleri karşılaştırılmıştır. Deney numuneleri arasında, bir tarafı ve iki tarafı sıvalı olanların yatay yük taşıma kapasitelerinin boş çerçevelere göre arttığı gözlemlenmiştir [8].

Garip ve Dibekoğlu (2023), dolgu duvar etkisiyle meydana gelebilecek muhtemel yumuşak kat düzensizliklerini incelemek amacıyla farklı zemin kat yüksekliklerini dikkate alarak altı farklı bina modeli tasarlamışlardır. Betonarme bina modelleri için hem doğrusal hem de doğrusal olmayan analizler gerçekleştirilmiştir. Dolgu duvarların eşdeğer basınç çubuğu olarak modellenmesinin, yapı statiği açısından daha doğru sonuçlar verdiği analiz edilmiştir [9].

Akbaş ve Çalışkan (2024) yaptıkları çalışmada, dolgu duvarların taşıyıcı sisteme olan katkılarını araştırmışlardır. Doğru şekilde tasarlanıp güçlendirildiğinde, dolgu duvarların yapıların taşıyıcı sistemine hem ekonomik hem de güvenlik açısından önemli katkılar sağladığı sonucuna varmışlardır [10].

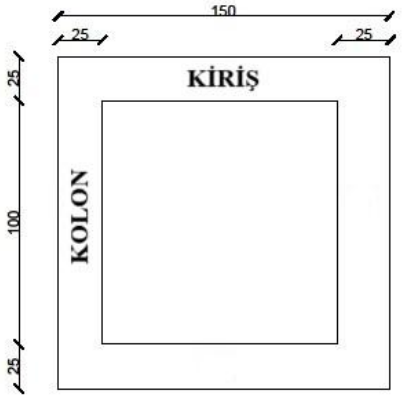
Bu çalışmada ise, düşey yük, dolgu duvar ve sıvanın betonarme çerçevelerin yatay yük taşıma kapasitesi üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada sırasıyla; deney numunelerinin hazırlanması, deney düzeneğinin hazırlanması ve deneylerin yapılarak verilerin kaydedilmesi planlanmaktadır.

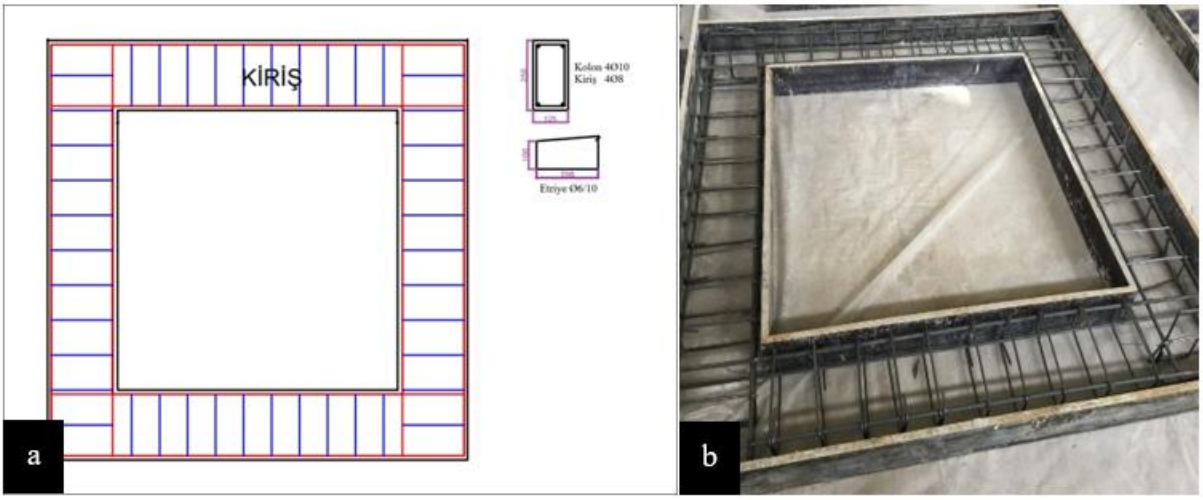
Deney Numunelerinin Hazırlanması

Deney numuneleri, betonarme yapılarda genellikle 3 metre kat yüksekliği göz önüne alınarak ½ ölçekli tek açıklıklı olarak tasarlanmış, Şekil 1'de gösterildiği gibi kolon ve kirişten oluşan dıştan dışa 150x150 cm, iç açıklıkları ise 100x100 cm boyutunda 4 adet çerçeve numune hazırlanmıştır. Kolon ve kirişlerin kesitleri 25x12,5 cm olarak planlanmıştır. Türkiye'de 2000 yılından önce kullanılan malzemeler göz önüne alınarak S220 çelik donatılar ve C16 hazır brüt beton kullanılmıştır.



Şekil 1: İmal edilecek numunelerin şematik çizimi (ölçüler cm).

Kolonlar ve kirişler, Şekil 2 'de gösterildiği gibi TS-500'de belirtilen minimum donatı standardı dikkate alınarak kolonlarda 4Ø10, kirişlerde ise 4Ø8 boyuna donatı kullanılmıştır. Tüm numuneler, Ø6/10 etriyeler kullanılarak hazırlanmıştır. Türkiye'deki betonarme yapıların mevcut durumunu göz önüne alarak etriye sıklaştırılması yapılmamıştır.

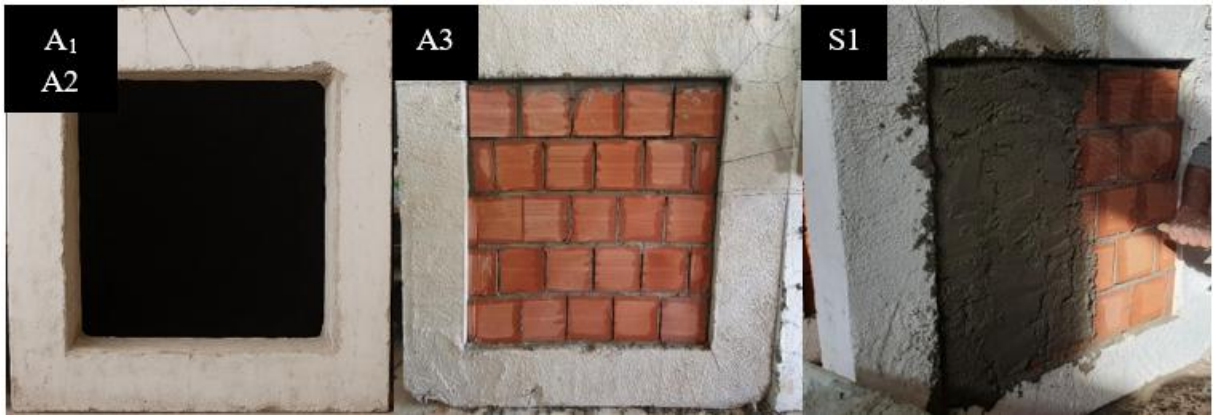


Şekil 2 : a) Numune donatı detay çizimi. b) Numune donatı detayı.

Beton dökümü yapıldıktan sonra deneylerin yapılacağı ortamda numunelere 28 gün boyunca kürleme işlemi yapılmıştır. 3 adet dolgu duvarsız çerçeve (A1, A2 ve A3) ve Şekil 3'de gösterildiği gibi usta yardımı ile 1 adet 190x85x190 mm yatay delikli tuğla dolgu duvarlı ve sıvalı çerçeve (S1) imal edilmiştir. Örgü ve sıva harcında ise eşit oranda kireç ve çimento kullanılmıştır. Deney numunelerinin isimlendirilmesi ve özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1: Deney numunelerinin isimlendirilmesi ve özellikleri

Deney Numunesi	**Kolon ve Kiriş Kesiti**	**Çerçeve Hasar Durumu**	**Çerçeve Durumu**	**Uygulanacak Düşey Yük (kN)**
A1	25x12,5 cm	Hasarsız	Boş	0
A2		Hasarsız	Boş	50
A3		Hasarsız	Tuğla Dolgu Duvarlı	0
S1		Hasarlı	Tuğla Dolgu Duvarlı ve Sıvalı	50

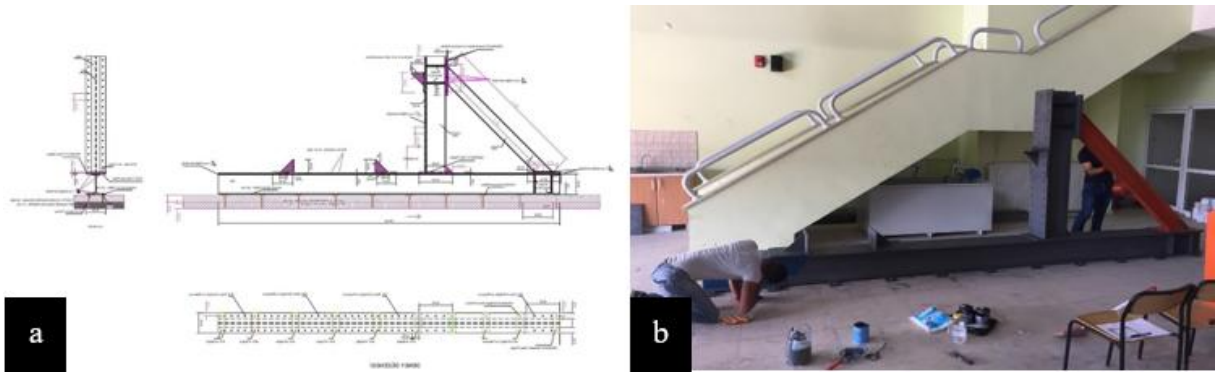


Şekil 3: Deney numunelerinin hazırlanması.

Deney Düzeneğinin Hazırlanması

Betonarme çerçeveleri test etmek için Şekil 4' de detayı gösterilen çelik konstrüksiyon yardımı ile yükleme sistemi tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Yükleme sistemi üç adet H profilden oluşmaktadır. Çelik konstrüksiyon yükleme sisteminin toplam uzunluğu 510 cm ve toplam yüksekliği 206 cm'dir. Yatay çelik H profili, M14x20 çelik dübeller vasıtasıyla zemine ankrajlanmıştır. Yatay H profiline 15 mm kalınlığında ek bir plaka kaynaklanmış ve hem H profilinin flanşına hem de 15 mm kalınlığındaki ek plakaya 100 mm aralıklarla Ø15 delik açılmıştır. Test numunelerini sabitlemek için 20x30 mm'lik üçgen form destekleri hazırlanmıştır.

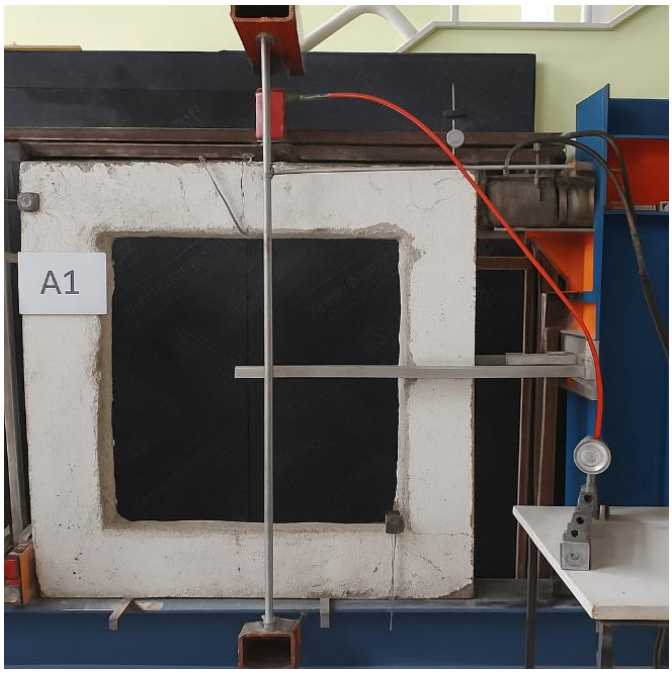
Destek H profiline 10 cm aralıklarla Ø15 delik açılmıştır. Dikey profil üzerine üçgen bir destek tasarlanmış ve monte edilmiştir. Bu desteğin üzerine yanal deprem yükü oluşturmak için yük hücresi yerleştirilmiştir.



Şekil 4 : a) Deney düzeneği detay çizimi. b) Deney düzeneği.

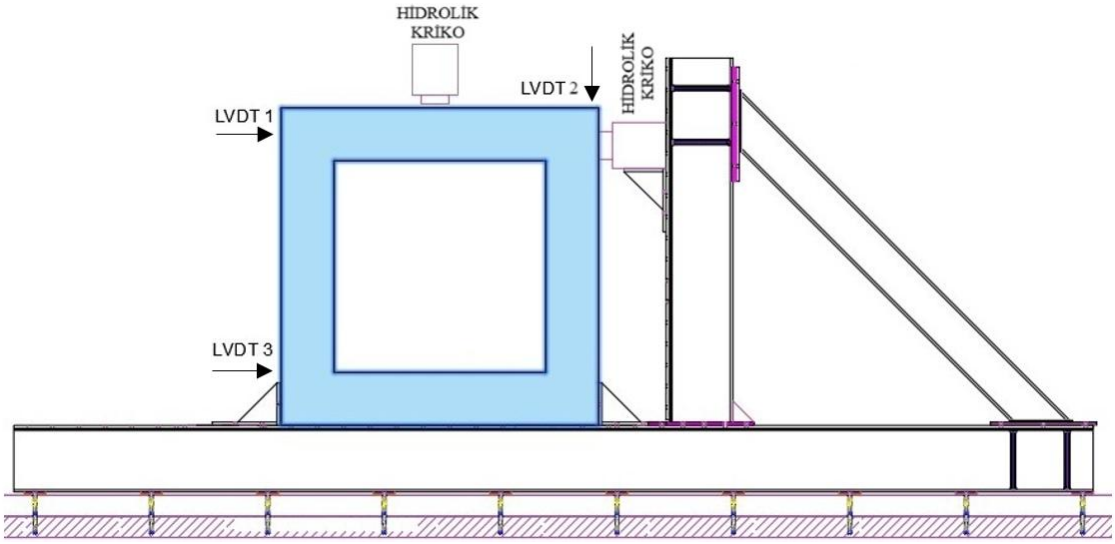
Çelik konstrüksiyon yükleme sisteminde, A1 numunesinde stabiliteyi sağlamak, A2, A3 ve S1 numunelerinde ise stabiliteyi ve üst katların yükünü temsil etmek adına üst kirişinin orta noktasına 1000 kN kapasiteli bir hidrolik kriko yerleştirilmiştir. Tüm numunelerde, deprem yükünü temsil etmek adına yanal yük oluşturmak amacıyla çelik konstrüksiyon yükleme sisteminin üzerine 3000 kN kapasiteli bir hidrolik kriko yerleştirilmiştir (Şekil 5).

Numunelerin test sırasında düşey stabilitesi, yükleme sistemine bağlı iki adet gövde çubuğu ile ve yatay stabilite ise her numunenin altına monte edilmiş ek kutu profil ve gövde çubuğu yardımı ile sağlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5: Yatay ve düşey stabilitesi sağlanmış deney numunesi.

Deney numunelerinde oluşan verileri kaydetmek için her bir çerçevenin üst ve alt kısmına yanal yer değiştirmeleri ölçmek üzere üç adet deplasman manometresi (LVDT) yerleştirilmiştir (Şekil 7). LVDT'ler, uygulanan maksimum yanal yük altında toplam çerçeve yanal yer değiştirmesini hesaplamak için kullanılmıştır.



Şekil 7: LVDT ve hidrolik kriko yerleşim çizimi.

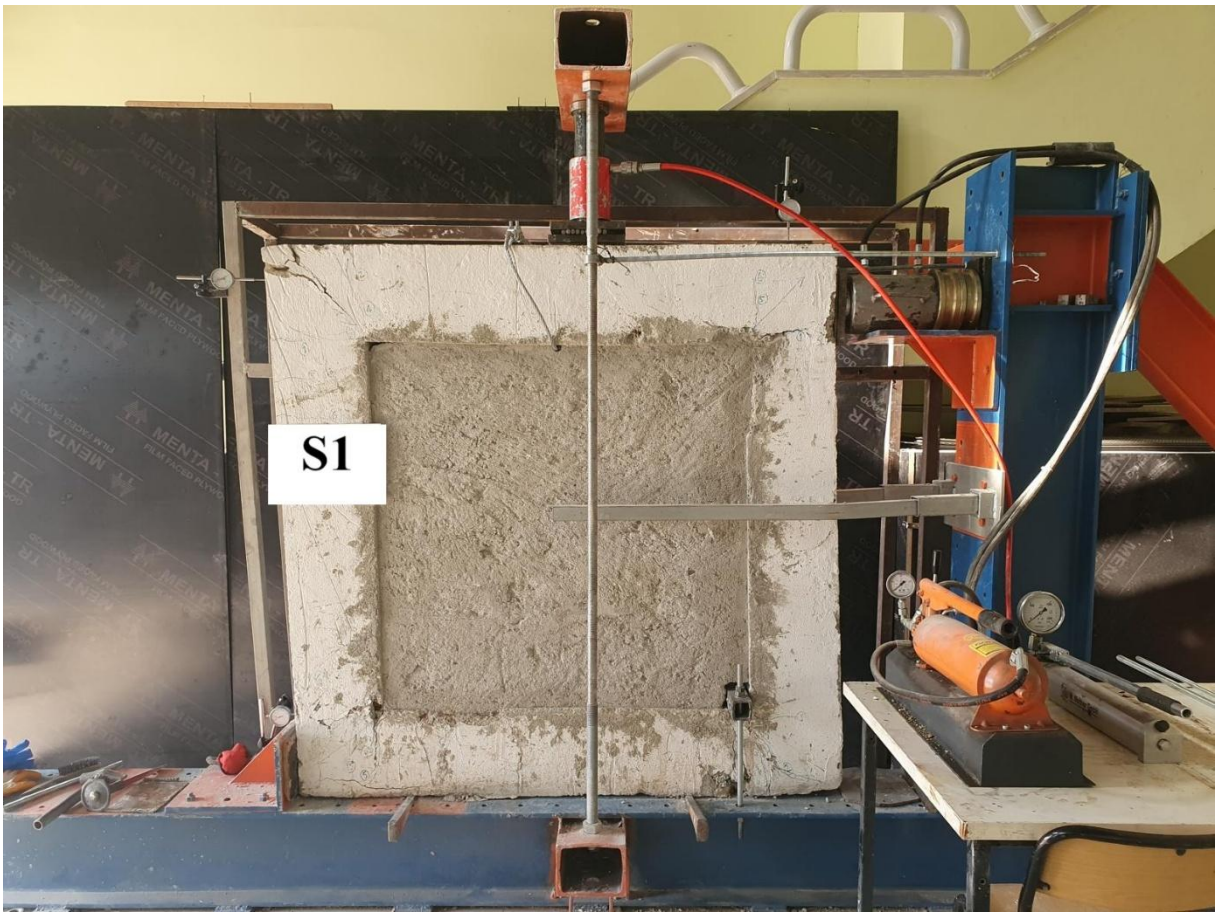
Deney Yöntemi

Hasarsız ve dolgu duvarsız betonarme çerçevelerden biri olan A1 numunesi düşey yük uygulanmadan kademeli olarak yatay yük ile yüklenmiştir. Aynı özelliklere sahip A2 numunesi ise 50 kN düşey yük ve kademeli olarak yatay yük ile yüklenmiştir. Hasarsız, dolgu duvarlı ve sıvasız A3 numunesi düşey yük uygulanmadan kademeli olarak yatay yük ile yüklenmiştir. Kademeli olarak yatay yük ile yüklenen A1 numunesi hasar aldıktan sonra dolgu duvarlı ve sıvalı olarak tekrar imal edilerek S1 numunesi oluşturulmuştur. Bu numune 50 kN düşey yük ve kademeli olarak yatay yük ile tekrar yüklenerek test edilmiştir (Şekil 8). Test sırasında numunelerin maksimum taşıma kapasiteleri elde ediltikten sonra, maksimum taşıma kapasitelerinin %15'ine kadar yatay yük verilerek yük-deplasman verileri kayıt altına alımıştır.

Düşey yük ve kademeli olarak uygulanan yatay yük etkisindeki net deplasman (δ_t) Eşitlik 1'den faydalanılarak hesaplanmış ve tüm numunelerin yük-deplasman grafikleri elde edilmiştir.

$$\delta_t=\delta_1 - (\delta_2 + \delta_3) \quad (1)$$

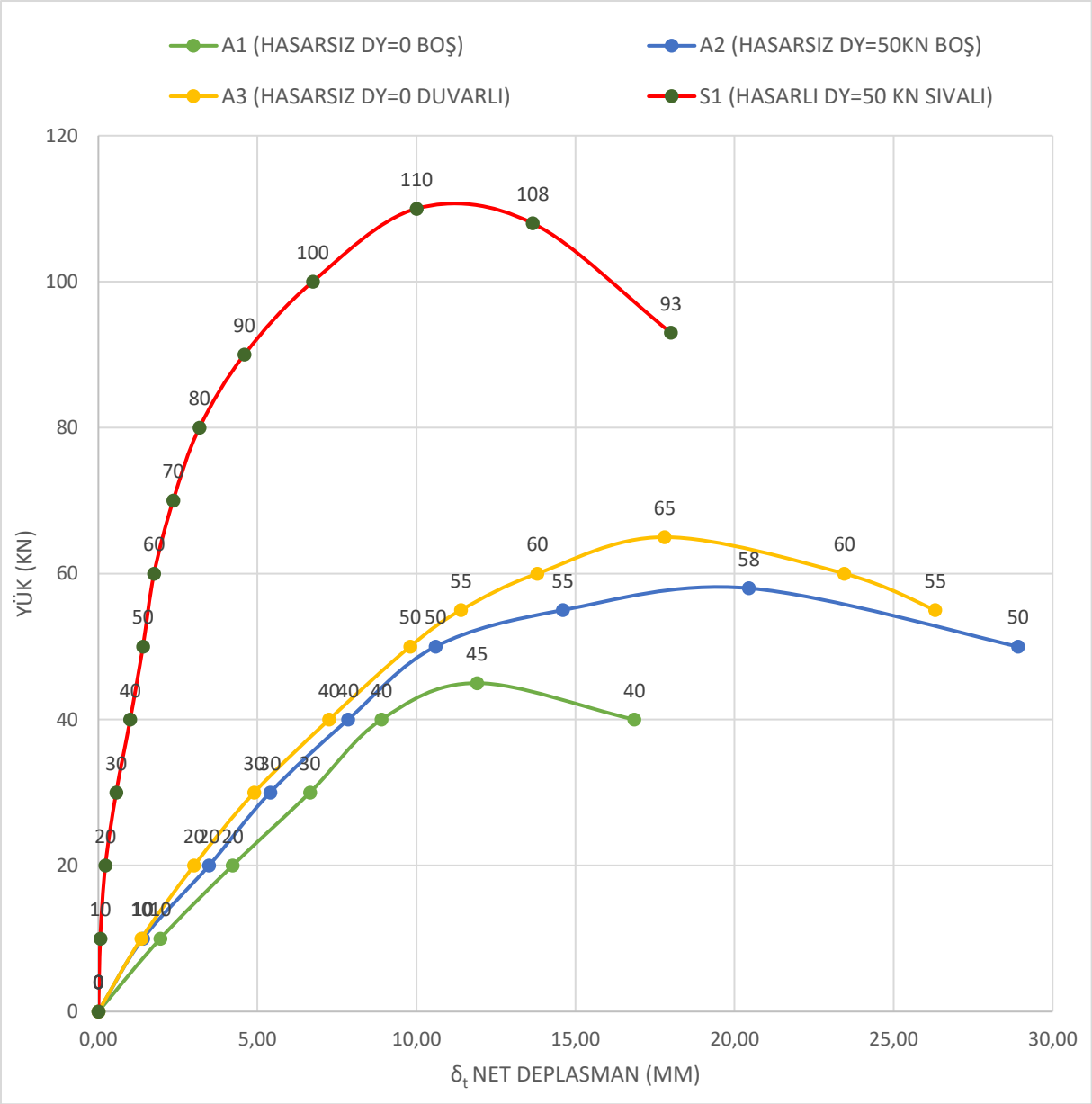
Eşitlik 1'de ifade edilen δ_1 ve δ_2 Şekil 7'de görülen çerçevenin yatay doğrultudaki deplasmanını, δ_3 ise Şekil 7'de görülen çerçevenin düşey doğrultudaki deplasmanını ifade etmektedir.



Şekil 8: S1 numunesi için deneyin yapılışı.

DENEY SONUÇLARI VE BULGULAR

Elde edilen yük-deplasman grafiği Şekil 9'da, maksimum yatay yük, rijitlik ve enerji yutma kapasiteleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 9: Yük-deplasman grafiği.

Çizelge 2: Deney numunelerinin maksimum yatay yük, rijitlik ve enerji tüketme kapasiteleri.

Deney Numunesi	**Uygulanan Düşey Yük (kN)**	**Maksimum Yatay Yük (kN)**	**Rijitlik (kN/mm)**	**Enerji Tüketme Kapasitesi (kN.mm)**
A1	0	45	4,49	521,20
A2	50	58	4,71	1293,10
A3	0	65	4,82	1265,50
S1	50	110	25,16	1666,50

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan deneysel çalışma sonucunda, yatay yük taşıma kapasitesine; düşey yükün yaklaşık %28, dolgu duvarın yaklaşık %44, sıvanın ise yaklaşık %82 katkı sağladığı görülmüştür.

Rijitlik ve enerji yutma kapasiteleri incelendiğinde ise; düşey yükün rijitliği yaklaşık %5 ve enerji yutma kapasitesini %148 artırdığı; dolgu duvarın rijitliği yaklaşık %7 ve enerji yutma kapasitesini %142 artırdığı; sıvanın ise rijitliği yaklaşık %448 oranında artırdığı görülürken enerji yutma kapasitesini %71 oranında düşürdüğü görülmüştür.

Elde edilen veriler analiz edildiğinde ise taşıyıcı olmayan ve statik hesaplarda dikkate alınmayan bu elemanların betonarme çerçevelerin performansını ciddi anlamda etkilediği görülmüştür.

 Dolgu duvarların ve sıvanın katkısı göz ardı edilmemelidir.

Mevcut yönetmelikler, dolgu duvarların yatay yük taşıma kapasitesine katkısını göz önünde bulundurmamaktadır. Ancak bu çalışma göstermiştir ki, dolgu duvarlar ve sıva, betonarme çerçevelerin yatay yük taşıma kapasitesini ve rijitliğini ciddi ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle özellikle deprem riski düşük bölgelerde, dolgu duvarların yapısal katkısının dikkate alınması, daha ekonomik ve yeterli tasarımlara olanak sağlayabilir.

 Performans değerlendirmelerinde taşıyıcı olmayan elemanların etkisi hesaba katılmalıdır.

Rijitliğe katkısı, özellikle düşük-maliyetli güçlendirme alternatifleri açısından önemlidir. Dolayısıyla performansa dayalı tasarım yaklaşımlarında bu katkılar hesaba katılmalıdır.

 Hasarlı yapıların yeniden değerlendirilmesinde dolgu duvar katkısı dikkate alınmalıdır.

Hasar görmüş betonarme yapıların onarımında, yeniden inşa edilen dolgu duvarların yatay yük taşıma kapasitesine yaptığı katkı dikkate alınmalı ve bu elemanlar “sıfır katkı” varsayımıyla değerlendirilmemelidir.

 Yeni tasarımlarda yapı rijitliği analizi daha bütüncül yapılmalıdır.

Özellikle düzensizliklerin (örn. yumuşak kat oluşumu) önlenmesi amacıyla, dolgu duvar dağılımı düzenli olmalı ve yapının her katında homojen rijitlik sağlanmalıdır. Aksi takdirde, yapının genel davranışında istenmeyen düzensizlikler oluşabilir.

İleri çalışmalar için öneriler:

- Farklı tuğla türleri (ör. gazbeton, briket) ile yapılan dolgu duvarların benzer etkilerinin test edilmesi,
- Sıva kalınlığı ve tipinin performansa etkisinin detaylı araştırılması,
- Çerçeve-duvar etkileşiminin sayısal modellemelerle (ör. sonlu elemanlar yöntemi) analiz edilmesi,
- Farklı ölçeklerde ve gerçek boyutta yapılan deneylerle sonuçların doğrulanması faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Bayülke, N. 2003. Betonarme Yapının Dolgu Duvarı. Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 426 - 2003/4.

[2] Dönmez, S. 2006. Deprem Etkisinde Betonarme Binalarda Hasarın Oluşmasında Dolgu Duvarların Modellenmesi Ve Taşıyıcı Sisteme Katkısı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73s.

[3] Güney, D. ve Boduroğlu, M. H. 2006. Deprem Etkisi Altındaki Simetrik Ve Asimetrik Yapıların, Lineer Olmayan Tepkilerine Dolgu Duvarlarının Katkısı. İtüdergisi/d, Cilt:5, Sayı:3, Kısım:2, 165-174.

[4] Tarakçı, U. 2006. Mevcut Yapıların İncelenmesi Ve Dolgu Duvar Takviyesi İle Güçlendirilmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102s.

[5] Sucar, İ. 2008. Betonarme Yapılarda, Yatay Yükler Etkisi Altında Dolgu Duvarların Taşıyıcı Sistem Davranışına Etkisi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138s.

[6] Sevil, T., Baran, M. ve Canbay, E. 2010. Tuğla Dolgu Duvarların B/A Çerçeveli Yapıların Davranışına Etkilerinin İncelenmesi; Deneysel Ve Kuramsal Çalışmalar. International Journal of Engineering Research and Development, 2(2), 35-42.

[7] Boztaş, Ö. 2015. Burulma Düzensizliğine Sahip Betonarme Çerçeveli Taşıyıcı Sistemlerin Performansına Dolgu Duvarların Etkisinin Belirlenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 185s.

[8] Coza, H. 2023. Dolgu Duvarlı Çerçevelerde Sıvanın Deprem Davranışına Katkısı. Mimarlık Ve Yaşam, 8(2), 327-356.

[9] Garip, Z. Ş. ve Dibekoğlu, Ş. 2023. Deprem Etkisindeki Betonarme Binalarda Dolgu Duvarların Davranışa Etkilerinin İncelenmesi. International Journal of Engineering Research and Development, 15(2), 344-360.

[10] Akbaş, A. ve Çalışkan, Ö. 2024. Dolgu Duvarların Taşıyıcı Sisteme Katkısı. International Conference on Trends in Advanced Research, 727-734.

THE ROLE OF STATE POLICIES IN HELPING TO ACHIEVE THE PROCESS OF INCLUSIVE EDUCATION FOR CHILDREN WITH DISABILITIES

DHURATA TURKU

University "Aleksandër Xhuvani“,Faculty of Educational Sciences,Department of Psychology, Elbasan, Albania

INA DANAJ ÇEKREZI

University "Aleksandër Xhuvani“,Faculty of Educational Sciences,Department of Psychology, Elbasan, Albania

ABSTRACT

Introduction and Purpose:As technologies and the products offered increase, it is becoming more and more difficult Inclusive education means “everyone in school”, without any distinction and equal, conceiving children with disabilities as an individuality, with qualities and potential, regardless of the disorders they have, creating opportunities for the child to be rehabilitated in all areas of development.

Materials and Methods: Firstly, this study is based on and draws conclusions from questionnaires, developed with 70 parents and 90 teachers from the city of Elbasan, which aim to obtain data on the reality of the inclusion of students with disabilities in the selected sample 9-year schools. Secondly, this study is based on focus groups in relation to the findings of the first phase, with the main aim of analyzing the current situation and raising awareness among key institutions, in order to implement in practice the combination of social policies with educational policies, in support of inclusive education.

Results: Teachers who responded that inclusive education was difficult in practice. Teachers who stated that they needed more training for children with disabilities. Parents and teachers who stated that socio-economic difficulties are an obstacle to the lack of education and treatment of children with disabilities. From the focus group, it resulted that students with disabilities need more help and economic support from the state.

Discussion and Conclusion: Creation of a sub-legal package with which certain social and educational policies would influence the support and real implementation in practice of inclusive education. Schools need to develop their curricula to include art and sports classes in the function of inclusive education. Creation of a specialized training program for inclusive education.

Keywords: Educational policy, social policy, inclusion, students with disabilities, teachers, parents

INTRODUCTION

Inclusive education is a means of achieving social, economic and cultural inclusion for individuals and for creating an inclusive society in a broader sense. (Graham Linda J, 2024). Since the Albanian Renaissance, school has been the basis of the national and cultural survival of the nation and a stimulus for national progress. Today, one of the most important national policies is considered the maintenance and development of the education system, ensuring

quality, equity and social inclusion in education for all children. Inclusive education means diverse and special students learning together in the same classroom. Inclusive systems provide better quality education for all children. The inclusive education approach is based on the basic principle: all children should learn together, despite their differences and challenges. Children can enjoy together not only in teaching hours and classroom activities, but also during extracurricular activities. (Turku Dh, 2023) Therefore, it is worth mentioning that inclusion should be an example, which we should spread and implement in the most diverse spaces, be they educational, cultural, physical and social, because from it, we can recognize each individual in the diversity of their specificities. Increasing inclusion includes reducing exclusion, it includes combating exclusionary pressures that hinder participation. (Booth T& Ainscow M, 2017)

The situation of educational and social policies regarding inclusive education in Albania

The area that is in the focus of this study is "inclusive education", which is a concept of education that includes all groups of children. The Convention on the Rights of the Child (CRC) and the Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD) express the aim of guaranteeing quality education for all and ensuring support for the potential of every child; This is achieved when every child, including those with special needs, receives quality education. Children with special needs are a labyrinth, the more you enter their world, the more you understand about them and see how rich their world is and how individualistic they are in their characteristics. In our reality we often hear, what program will I prepare for children with special needs? Will the child be able to follow the class program? The purpose of support is to try to prepare these children for life. (ASCAP 2023). The right to education of children with disabilities is a fundamental right, which is sanctioned in international and national acts. The most recent United Nations Convention, the Convention on the Rights of Persons with Disabilities, emphasizes the obligation of States Parties to recognize the right of persons with disabilities to education and to realize this right without discrimination and on the basis of equal opportunity. States Parties are obliged to ensure an inclusive education system at all levels, directed towards: a) the full development of human potential, dignity and self-worth; the strengthening of respect for human rights and fundamental freedoms and human diversity; b) the development of the personality, talents and creativity of persons with disabilities, as well as their mental and physical abilities, to their full potential; c) the effective participation of persons with disabilities in a free society. (World Vision, 2012). Developing policies that are inclusive and equitable requires an affirmation that students' difficulties arise from aspects of the education system itself, including: the ways in which educational systems are currently organized, the forms of teaching that are provided, the learning environment and the way in which students' progress is supported and assessed. Even more important is the translation of this affirmation into concrete reforms, seeing individual differences not as problems to be fixed but as opportunities to democratize and enrich learning. Changes can be a catalyst for innovation from which all students can benefit, regardless of their personal characteristics and circumstances in their homes (Zahaj, S & Meka E). The legal framework in Albania guarantees the right to education to all children, regardless of special needs and abilities. Law No. 69 of 2012 on Pre-university Education outlines free and compulsory education for children aged 6-16, underlining that the process of inclusion is the assumption that the general classroom teacher has certain knowledge and understands the needs of different students, teaching techniques and curriculum strategies. The 2011 Albanian census shows that 6.2% of the Albanian population over 15 years old has some form of disability. Also, a recent study shows that 10.4% of children from 2-17 years old suffer from some form of disability. The same study shows that children with disabilities leave school earlier than other children, especially schools where there are no professionals for inclusive education and lack the infrastructure for social inclusion. (World

Vision). The attendance or attendance of school within the framework of inclusive education, by children with different disabilities, is often conditioned by differences for economic, social and cultural reasons.

Purpose

The main purpose is to identify the main challenges faced by students with disabilities in terms of treatment and education, as well as to raise awareness among the main responsible institutions regarding the need to implement in practice the harmonization of social policies with educational policies, always in the function of inclusive education.

Objectives

1. 1.Identification of the challenges and problems faced by parents and teachers with children with disabilities for inclusive education and the importance of educational and social policies.

2.Emphasizing the importance of inter-institutional cooperation, at different levels of local and central government, in support of inclusive education.

Methodology

To measure the level of inclusion and the role and importance of educational and social policies as very important factors in supporting inclusive education, this study used combined qualitative and quantitative methods.

First, a questionnaire was administered to 70 parents and 90 teachers of schools in the city of Elbasan, aiming to obtain data on the reality of the inclusion of students with special needs in 17 selected 9-year schools. The sample selection was convenience sampling (non-random). The questionnaires were distributed electronically, their distribution was done through the google forms platform.

Secondly, this study relies on 2 focus groups with teachers and 1 focus group with parents, with 15 participants in each group, with the main goal of analyzing the current situation and raising awareness among key institutions, to practically implement the harmonization of social policies with educational policies in support of inclusive education.

Data analysis was performed using the SPSS statistical package, version 27.0.

What do we mean by social and educational policies and how is their harmonization presented in our country?

Social policies: Social assistance programs consist of: cash assistance, i.e. economic assistance, which is given to the poorest families every month for the disabled, as well as price compensation for pensioners. The economic assistance program, as an integral part of social protection policies, essentially represents an economic program, in the form of cash transfers. This program is fully financed by the state budget, while the management and distribution of economic assistance to each family is carried out by the municipality. The program in question is based on means testing.

The issues worth discussing are:

1. Is the economic assistance program based on real means testing?

2. Is the management and distribution of economic assistance by local government carried out in the right way?

In selecting applicant families and determining the economic assistance for each family, local government units apply defined criteria, which relate to the conditions and structure of families, but in some cases local units also apply specific criteria, which are:

1. The social situation of the family and health problems,

2. Families with a female head of household,

3. Families with disabled persons or otherwise.

Another issue worth discussing is:

Are families with children with special needs treated, at least partially, to cover the costs of additional treatments and education of their children with economic assistance?

The issues raised above in the form of questions will be re-addressed in the following sections from a narrower perspective, which we will focus on the specific conditions of children with disabilities. For these reasons, the objectives of inclusive education will only be achievable thanks to the harmonization of social policies of specific educational programs and the strengthening of law enforcement.

How does coordination between local actors such as:

Local government, (Local Education Office), school, parents, etc. work at the local level

Functioning of social services

The Directorate of Social Services and Programming operates near the Elbasan Municipality, which consists of the Economic Assistance and Disability Compensation Sector and the Social Services Sector. The economic assistance sector, based on the data of the administrative units for families in need, provides economic support to these families, which, to be honest, leaves much to be desired, as it does not meet the basic needs of life, let alone the needs of children in these families to be educated. Children from poor families benefit from the fund allocated for economic assistance indirectly, either through assistance provided to the family as a whole or through the scheme for people with disabilities. In this perspective, the issues that arise are:

- *Is the assistance sufficient for these families?*

- *Are we able to give a total figure for how much we spend on children with disabilities, whether directly or indirectly?*

The social services sector operates on the basis of a division of vulnerable groups, which are:

1) children, 2) ethnic groups, 3) the elderly, 4) the disabled. (Turku DH, 2015)

For each of the target groups there are responsible persons, whose work is based on coordination between the relevant state institutions and NGOs (non-profit organizations), to assist these target groups according to their needs. The Office for Child Protection cooperates and coordinates with many other local actors, starting from the Office of Economic Assistance, Local Education Office‑, schools (contact persons, psychologists), administrative units (social administrators), neighborhood clinics, etc. to identify children in need. This office, focusing on children and collaborating with all these institutions, especially with the Special Educational Needs Service, schools, school contact persons, teachers, parents, should identify the problems related to the treatment and education of children with special needs, within the framework of inclusive education. According to studies, approximately 20% of parents who have a child with a disability are dissatisfied with the school infrastructure and social inclusion practices.

Based on the results of a 2018 study, children with disabilities are victims of discrimination within the community (53%), are victims of discrimination in the educational situation (52%) and are victims of discrimination while playing with other children (55%). The results show that children with disabilities lack inclusion in education (World Vision, 2018). As a country with a young democracy, Albania is still developing its social policies and often takes policy models mainly from Western experiences.

Inclusive education is no exception in this regard. Although ideas of inclusive education in the country may date back several years, the concept is not well understood beyond specialized groups, which limits the extent to which inclusion finds acceptance in society. From an administrative point of view, Albania is a highly centralized country. This means that education is under the competence of the central government, while local governments are only responsible for infrastructure issues. The policy of minimum expenditure has undermined important needs such as maintenance and training, thus reducing the value of human capital and physical assets. Insufficient financial expenditure has led to increased family spending on education in the form of treatment in private centers, since in state school institutions, apart from auxiliary teachers, children with special needs do not receive other services.

In the city of Elbasan, based on data obtained from the statistics office of the Elbasan Municipality and the Local Education Office, the number of people with special needs is as follows:

Data obtained in the Municipality of Elbasan

For the year 2024, there are a total of 6629 people with disabilities,

• 1079 people are their personal assistants

• 1287 are people with visual impairments

• 225 people are their personal assistants

• 282 are paraplegic and tetraplegic people

• 278 people are their personal assistants

• 105 children and their personal assistants benefit from public transportation payments, for attending the special school "Zëra Jete" and centers that provide services for children with disabilities.

Data Analysis

To measure the level of inclusion and the role and importance of state educational and social policies as very important factors in supporting inclusive education, this study used questionnaires with open and closed questions, addressed through the Google Forms platform to teachers of 17, 9-year schools in the city of Elbasan, as well as parents of children with disabilities. The questions served to collect data on their knowledge, experiences and suggestions regarding the role of state policies in supporting inclusive education. The following sections present detailed analyses of the responses in %, from the questionnaires first with 70 parents and then with 90 teachers.

Table 1 . Frequency for the question "**Have they created an attractive and loving environment for children?"**

Have they created an attractive and loving environment for children?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Parent	Valid	Yes	29	42.0	42.0	42.0
		No	41	58.0	58.0	100.0
		Total	70	100.0	100.0	

In the question in table 1, it appears that N-29 (42%) parents were convinced that in schools, their children with disabilities had an appropriate environment, while N-41 (58%) did not have appropriate environments.

Table 2. Frequency for the question "**Do you collaborate with teachers or school staff on an ongoing basis?**

Do you collaborate with teachers or school staff on an ongoing basis?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Parent	Valid	Yes	56	80.3	80.3	80.3
		No	10	14.1	14.1	
		Other	4	5.60	5.60	100.0
		Total	70	100.0	100.0	

In the question in table 2, it is shown that N-56 (80.3%) parents cooperated with teachers or school staff regarding their child's education, while N-10 (14.1%) did not cooperate.

Table 3. Frequency for the question " **Is teaching in this form helping?**

Is teaching in this form helping?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Parent	Valid	Strongly agree	20	29.0	29.0	29.0
		Neither agree or disagree	31	44.0	44.0	
		Agree	12	17.0	17.0	
		Strongly disagree	7	10.0	10.0	100.0
		Total	70	100.0	100.0	

In the question in Table 3, it appears that N-20 (29%) parents strongly agreed that this teaching method helped the child, N-31 (44%) neither agreed nor disagreed, N-12 (17%) somewhat agreed, and N-7 (10%) strongly disagreed.

Table 4. Frequency for the question " **Is the child's development being helped with specialized therapy (developmental therapy, speech therapy, physical therapy)?**

Is the child's development being helped with specialized therapy (developmental therapy, speech therapy, physical therapy)?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Parent	Valid	does not attend any service	38	54.0	54.0	54.0
		service in public institutions (school)	22	32.0	32.0	
		service in private institutions	7	10.0	10.0	
		Other	3	4.00	4.00	100.0
		Total	70	100.0	100.0	

In the question in Table 4, it appears that N-38 (54%) of children with disabilities did not attend any professional services, N-22 (32%) parents sent their children to public institutions such as schools, N-7 (10%) parents sent their children to receive services in private institutions.

Table 5. Frequency for the question " **At school, children are followed with a personalized educational plan"**

At school, children are followed with a personalized educational plan			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Parent	Valid	Yes	20	29.0	29.0	29.0
		No	24	34.0	34.0	
		In Process	18	26.0	26.0	
		Other	8	11.0	11.0	100.0
		Total	70	100.0	100.0	

In question of Table 5, it appears that N-20 (29%) parents had children with a specialized educational plan at school, N-24 (34%) did not have an educational plan, N-18 (26%) were in the evaluation process.

Table 6. Frequency for the question " **Is economic assistance enough to cover your child's educational needs?**

Is economic assistance enough to cover your child's educational needs?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Parent	Valid	Yes	53	75.7	75.7	75.70
		No	14	20.0	20.0	
		Other	3	4.30	4.30	100.0
		Total	70	100.0	100.0	

In the question in table 6, it appears that N-53 (75.7%) of parents had economic assistance to meet the needs for the education of a child with disabilities, while N-14 (20%) had no economic support.

According to parents' comments and suggestions, below we have these groupings of responses:

- Specific learning disabilities are not treated
- There should be more care for students with disabilities
- State assistance is insufficient for therapies
- There should be more physical activities for students with disabilities
- There is no PEI plan for specific learning disabilities
- There are no conditions for students with physical disabilities
- There should be more cooperation between teachers and parents
- There are not enough services. There is a need for improvements in school infrastructure

While the questionnaire for teachers was completed by 90 of them. Below we present the detailed data and their interpretation:

Table 7. Frequency for the question " **Are schools an inclusive system?**

Are schools an inclusive system?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Teacher	Valid	Yes	54	60.0	60.0	60.0
		No	12	13.3	13.3	
		Moderate	24	24.0	7.80	100.0
		Total	90	100.0	100.0	

In the question in table 7, it appears that N-54 (60%) of the teachers stated that the school had an inclusive system for students with different abilities, N-12 (13.3%) stated that it does not function and N-24 (24%) expressed a moderate form.

Table 8. Frequency for the question "**Are assistant teachers specialized in educational institutions to help students with special needs?**

Are assistant teachers specialized in educational institutions to help students with special needs?		Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Teacher	Valid Yes	63	70.0	70.0	70.0
	No	20	22.2	2220	
	Moderate	7	7.80	7.80	100.0
	Total	90	100.0	100.0	

In question of Table 8, it is shown that N-63 (70%) of the assistant teachers for students with disabilities had the relevant specialization for this target group, N-20 (22.2%) stated that they did not have the specialization and N-7 (7.8%) did not have the full specialization.

Table 9. Frequency for the question " **Do you have students in your class who are following a personalized education plan?**

Do you have students in your class who are following a personalized education plan?		Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Teacher	Valid Yes	27	30.0	30.0	30.0
	No	56	62.0	62.0	
	In the evalutation process	7	7.80	7.80	100.0
	Total	90	100.0	100.0	

In question of Table 9, it appears that N-27 (30%) of teachers stated that they had students in their class who had a specialized educational plan, N-56 (62%) of teachers stated that they had students with different abilities who did not have a specialized educational plan, and N-7 (7.8%) were in the process of evaluating the educational plan.

Table 10. Frequency for the question " **Have you participated in trainings/seminars to gain knowledge about working with children with special needs?**

Have you participated in trainings/seminars to gain knowledge about working with children with special needs?		Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Teacher	Valid Yes	68	75.0	75.0	75.0
	No	22	25.0	25.0	100.0
	Total	90	100.0	100.0	

In question of table 10, it appears that N-68 (75%) of teachers have participated in trainings or seminars to gain more knowledge about the education of students with different needs and N-22 (25%) had not participated.

Table 11 . Frequency for the question **"What issues have the trainings provided focused on (mark all alternatives that match your situation)?"**

What issues have the trainings provided focused on (mark all alternatives that match your situation)?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Teachere	Valid	the concept of inclusive education	38	42.0	42.0	42.00
		teaching strategies for children with special needs	28	31.0	31.0	
		designing and implementing an educational plan	4	4.00	4.00	
		legal framework for the right to education of children with disabilities and beyond	6	7.00	7.00	
		types of disabilities	16	14.0	14.0	100.0
		Total	90	100.0		

In question of table 11, it is shown that N-38 (42%) of the teachers stated that the trainings they had attended included the topic of "the concept of inclusive education", N-28 (31%) included the topic of "teaching strategies for students with special needs", N-4 (4%) included the topic of "drafting and implementing the educational plan", N-6 (7%) included the topic of "legal framework for the right to education of children with disabilities and beyond" and N-16 (14%) included the topic of "types of disabilities.

Table 12 . Frequency for the question **"How much have the trainings you received helped you in your daily work with children with special needs?"**

How much have the trainings you received helped you in your daily work with children with special needs?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Teachere	Valid	Very much	13	15.5	15.50	15.00
		A lot	33	36.6	36.60	
		Somewhat	37	40.8	40.80	
		A little	4	4.00	4.00	
		Not at all	3	3.00	3.00	100.0
		Total	90	100.0		

In the question in table 12, it is shown that N-13 (15.5%) of the teachers were very much that these trainings have helped them with working with children with special needs, N-33 (36.6%) were a lot, N-37 (40.8%) were somewhat, N-4 (4%) were a little and N-3 (3%) were not at all satisfied.

Table 13 . Frequency for the question " **The process of inclusion in schools for students with special needs has been:**

The process of inclusion in schools for students with special needs has been:			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Teachere	Valid	Helpful	36	39.4	39.4	39.4
		Challenging	32	35.2	35.2	
		İmproving	15	16.9	16.9	
		Worsening	7	8.5	8.5	100.0
		Total	90	100.0		

In question of Table 13, it appears that N-36 (39.4%) of teachers stated that the process of including children with special needs in schools has been helpful, N-32 (35.2%) has been challenging, N-15 (16.9%) has been improving and N-7 (8.5%) has been worsening.

Table 14 . Frequency for the question " Do socio-economic conditions affect students' performance in school?"

Do socio-economic conditions affect students' performance in school?			Frequency	Percent	Valid percentages	Cumulative Percentage
Teacher	Valid	Yes	84	93.0	93.0	93.0
		No	6	7.00	7.00	100.0
		Total	90	100.0	100.0	

In question 14, it appears that N-84 (93%) of teachers stated that students' socio-economic conditions had an impact on their school performance and N-6 (7%) had no impact.

The reasons are listed as follows:

- Because the school does not treat children with specific learning disabilities
- Physical disabilities are not treated.
- There is a general lack of cooperation between institutions
- It is very difficult to work with these students, parents, teachers, psychologists, etc. work together
- The legal framework must be changed, not all students with disabilities should continue school with others, especially when children are hyperactive.
- Education needs to improve the learning process. Schools do not identify and work with the PEI plan for specific learning disabilities, not providing the necessary support for the treatment of children with these disabilities.
- Students with special needs need more help, economic support from the state.
- Because there are problems of institutional cooperation.
- It requires continuous cooperation between teachers, parents, psychologist.
- It helps children to express themselves as much as possible with the assistant teacher, with the psychologist for any problem they may have.
- It is challenging because there are students with serious diagnoses.
- It is challenging because there are no trainings for drafting the PEI plan and there are no didactic materials, which teachers must provide privately.
- Also, according to the largest percentage, about 39.4% of teachers, the process of inclusion in schools has been challenging.

The reasons they have expressed, as well as their comments and suggestions, we have grouped below:

- The economic situation of the families of these children does not allow them to receive more specialized treatment.
- More cooperation is needed between parents and schools.
- Training is necessary, not only for assistant teachers but for all school staff.
- Difficult cases cannot be handled by the school.
- Specific learning disabilities are not treated.
- It would be useful to provide more training for teachers, a specialized training program for inclusive education is needed. and additional information sources for students, so that the inclusion process becomes as effective as possible.
- There are many problems and difficulties in practice as the appropriate tools and infrastructure for children with special needs are lacking.

Conclusions (study findings)

The open and closed questions of the questionnaires were constructed in such a way that we were able to form an opinion on inclusive education and the role of state policies in helping children with disabilities.

Based on the responses to the questionnaires, we can say that we have such a picture in our schools:

• Teachers who responded that inclusive education was difficult in practice.

• Teachers who stated that they needed more training for children with disabilities

• Teachers who stated that a specialized training program for inclusive education is missing. According to Sharma and Nuttal, (Sharma and Nuttal, 2016) behaviors, concern and efficiency are the three dominant factors that lead to the successful implementation of inclusive education. According to the same authors, the effects of training on behavior and efficiency were greater among teachers without previous teaching experience and without experience with children with special needs. This means that trainings conducted at an early stage in teachers' careers have a greater effect.

• Teachers and parents who claim that there is a lack of appropriate infrastructure in school environments for children with disabilities, especially those with physical disabilities.

• Teachers and parents who claim that specific learning disabilities are not addressed in schools.

• Parents and teachers who state that socio-economic difficulties are an obstacle to the lack of education and treatment of children with disabilities

While from the focus groups organized with parents and teachers conducted with teaching assistants and parents, we have the following conclusions:

• Schools do not identify and work with the PEI plan for specific learning disabilities, as a result, the necessary support for the treatment of students with this disability is not provided.

• Students with different abilities need more help and economic support from the state

• The economic assistance program is not based on real means testing.

• The management and distribution of economic assistance is not carried out properly by local governments.

Recommendations

• Creation of a sub-legal package with which certain social and educational policies would influence the support and real implementation in practice of inclusive education.

• Return to specific criteria for obtaining economic support for the education and treatment of children with disabilities

• The environment and infrastructure provided by schools should be in line with the needs of students, e.g.

- students with limited vision may need specific guides and signs to navigate the school environment
- students with limited hearing need visual signs,
- students with physical disabilities need wheelchairs, toilets and rooms with space to move around more easily
- students with autism spectrum disorder may need well-organized classrooms

• The municipality should organize an awareness campaign on the inclusion of children with disabilities in regular classes;

• Schools need to develop their curricula to include art and sports classes in the function of inclusive education.

• The municipality needs to invest more in basic infrastructure needs such as toilets and chairs for children with disabilities.

• The municipality (in cooperation with the Ministry of Education, Sports and Youth) needs to develop specialized training programs to improve the skills of teachers for inclusive education;

• Creation of a specialized training program for inclusive education.

• Creation of a system for collecting accurate data on the division of disabilities, as the data obtained in the statistics office at the Municipality of Elbasan and the LOCAL EDUCATION OFFICE on the number of people with special needs is incomplete, as not all types of disabilities are reflected, which would bring more ease in the allocation of funds according to needs.

REFERENCE

Graham Linda J. ″Inclusive Education for the 21st Centuty″, fq 127

Turku Dh., ″ Gjithëpërfshirja në Edukim dhe Fëmijët me Aftësi Ndryshe″, Shtëpia Botuese ″Rama Graf″, Elbasan 2023, fq 9

Tony Booth, Mel Ainscow ″Indeksi për gjithëpërfshirje: udhëzues për zhvillimin e shkollës të udhëhequr nga vlerat gjjithëpërfshirëse″ Publikuar nga Index for Inclusion Network, prill 2017, fq 26

“Edukimi i fëmijëve me aftësi të kufizuara, për mësuesit ndihmës në arsimin parauniversitar”, Guide për mësuesit ndihmës në arsimin paraunivesitar. ASCAP, Tiranë 2023 fq 11

World Vision ″ E Drejta e Fëmijëve me Aftësi të Kufizuara për Arsim Gjithpërfshirës″, Tiranë 2012, fq 3-4

Zahaj S, Meka E, ″Edukimi gjithëpërfshirës në shkollat e Tiranës: perceptimet mbi barrierat, dimensioned dhe perspektivat″, Tiranë 2018 fq 8

World Vision në Shqipëri dhe Kosovë dhe Save the Children në Shqipëri. (2018). ″Aftësia e kufizuar te fëmijët 2 - 17 vjeç në Shqipëri″: Prevalenca dhe cilësia e shërbimeve mbështetëse sipas perceptimit të prindërve. fq 10, 27

Turku Dh, ″Harmonization of Social and Educational Policies to help Roman and Egyptian children´s Education, Journal L´Association 1901 ″SEPIKE″, Edition 08, Osthofen, Deutsland, 2015, fq 46

Sharma, U., Moore, D., & Sonawane, S. (2009). ″Attitudes and concerns of pre-service teachers regarding inclusion of children with disabilities into regular schools in Pune, India″. The Asia Pacific Journal of Teacher Education, 37(3), fq 319–331.

Sharma, U. and Nuttal, A., 2016. ″The impact of training on pre-service teacher attitudes, concerns, and efficacy towards inclusion″. Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 44(2), fq.142-155

www .instat.gov.al (last seen on 25.03.2025)

STUDY OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF QUANTUM DOTS BASED ON NANOTUBE COMPOSITE

Dr. Seyfaddin JAFAROV

Nakhchivan State University, Faculty of Physics and Mathematics, Nakhchivan city, Azerbaijan

orcid/0009-0000-1609-0387

Dr. Billura HAJIYEVA

Nakhchivan State University, Faculty of Physics and Mathematics, Nakhchivan city, Azerbaijan

orcid.0009-0007-3990-6298

ABSTRACT

Introduction and Purpose This article is devoted to the application of quantum dots. The relationship between the energy spectrum and the size of the quantum dot creates great potential for their practical application. Another practically important property of the dots is their ability to exist in the form of solutions (sols), which allows producing coatings from thin layers of quantum dots by inexpensive methods. For example, the spin coating of quantum dots on any surface changes. Here, the concept of a quantum dot and the uniqueness of its optical properties are investigated, and the application of quantum dots in the creation of electronic devices and medical objects is shown. Also, a theoretical analysis of the vibrational and electronic experimental spectra of the +nanotube nanocomposite was carried out. Based on the analysis of vibrational spectra, it is shown that aspartic and glutamic acids can form covalent, the fluorescence enhancement of BSA+SWCNT is the result of the formation of quantum dots.

KEYWORDS; quantum dots, practical, Vibration, Energy spectrum, optic

INTRODUCTION

A quantum dot is a unique nanomaterial with unusual spectral properties, the charge carriers of which are confined in space in all three dimensions. The confined motion of an electron in all three dimensions is due to the fact that the quantum dot is a particle close to the material in size (usually 1-10 nm) close to the wavelength of the electron in the material. When moving on to the properties of the quantum dot itself, it should be noted that in order to achieve quantum-scale effects, which are considered unique, its size must be small. This effect is achieved when the energy levels occupy a sufficiently large distance between each other, and this distance exceeds the thermal energy of the carriers. In the emergence and development of quantum dot technology, it is necessary to note their production in 1981 by Alexey Ekimov in a glass matrix, and then in 1985 by Louis E. Bruce in colloidal solutions. The term “quantum dot” was proposed by Mark Reed for easier use. The energy spectrum of a quantum dot is discrete, i.e. it represents a set of discrete levels separated by regions of forbidden states and formally corresponding to the electron spectrum of an atom. The distance between the stationary energy levels of the charge carrier depends on the size of the quantum dot. As a result, the electronic and optical properties of quantum dots occupy an intermediate position between those of a bulk semiconductor and a discrete molecule. One of the fastest growing areas of application of

semiconductor quantum dots is the use of colloidal quantum dots (semiconductor nanocrystals in organic and aqueous solutions) as luminescent labels for imaging. The potential of quantum dots as biomarkers for medical imaging and as qubits for quantum computing is also being explored. Quantum dots are also used in the creation of displays, laser diodes, LED monitors, field-effect transistors and photovoltaic cells. A quantum dot is a semiconductor and its electrical properties and characteristics depend on its size and shape. As the crystal size decreases, the distance between the energy levels increases, which subsequently causes the electron to move to a lower level. Under the above condition, a photon is emitted, and since we can change the size of the quantum dot, we can adjust the energy of the emitted photon accordingly, which results in a change in the color of the light emitted by the quantum dot. The main and unique advantage of a quantum dot is the ability to control its size with high precision, which allows you to control its conductivity. Thus, quantum dots of different sizes can be grouped into gradient multilayer nanosheets. The aim of the work is to investigate the possibility of forming quantum dots based on an albumin-nanotube composite. To do this, you need to perform the following tasks:

1. Consider the possibility of forming covalent bonds in an albumin-nanotube composite.

2. Interpret the fluorescence spectrum of an albumin-nanotube composite.

METHOD, RESEARCH AND RESULTS

The article examines the concept of a quantum dot and the uniqueness of its optical properties, and shows the application of quantum dots in the creation of electronic devices and medical objects.

Unique optical properties of quantum dots:

• unique high photostability, which allows the use of high-power excitation sources;

• high fluorescence brightness, determined by a high extinction value and high quantum yield

• a wide excitation band, which allows the excitation of nanocrystals of different colors with one radiation source. This advantage is important when creating multi-color coding systems;

• a narrow symmetric fluorescence peak, the position of which is regulated by the choice of the size of the nanocrystal and its composition.

Let us turn to the application of quantum dots. The relationship between the energy spectrum and the size of the quantum dot creates great potential for their practical application. Another practically important property of the dots is their ability to exist in the form of solutions (sols), which allows the production of coatings from quantum dot films by inexpensive methods. For example, spin coating or inkjet printing of quantum dots on any surface. Let's look at the most common areas of application of quantum dots:

Briefly about photocells. A promising area of application of quantum colloidal dots is the development of solar cells. The main goal in creating batteries is to increase efficiency beyond what is currently available on the market, as well as reduce the cost of the components used in them. A group of Korean scientists has developed a solar cell with a unique structure and increased efficiency using liquid oxidized zinc. It is currently known that zinc-air batteries can replace lithium batteries, since their production requires a small amount of energy and is distinguished by its power. In medicine, quantum dots are a relatively new class of fluorophores with unique physicochemical properties that will expand the capabilities of modern methods of fluorescence imaging and optical diagnostics. The creation of fluorescent labels based on quantum dots will become a new way to non-invasively obtain images of the internal structure of biological objects. The advantages of quantum dots over organic dyes are: ultra-high control

over the luminescence wavelength, high extinction coefficient, solubility in a wide range of solvents, stability of luminescence to environmental influences, high photostability. In connection with the above, quantum dots are used in biomedicine for visualization of human embryonic fibroblast cell cultures, visualization of malignant tumors and virus-infected cells. Quantum dots are increasingly finding applications both in commercial use of high-tech products and in scientific research. The quantum dot market, like the demand for them, is growing by 55% per year. Quantum dots can be used in optoelectronic systems, cryptographic security systems, and as biological labels. Quantum dots are used wherever it is necessary to change optical properties depending on the wavelength. Some difficulties arise when creating dots of specifically specified parameters, but these problems are successfully solved by both Russian researchers and their foreign colleagues. Then the study presents a review of the literature on the structure and functions of albumin and indicates the conditions for the formation of nanotube-based dots. In a broad sense, albumin refers to globular proteins that are soluble in water. These proteins got their name from the Latin word albus (white) more than 150 years ago, since the first protein was studied. Albumin is found in the tissues of almost all animals and plants. It is well soluble in water and moderately soluble in concentrated salt solutions, coagulates when heated. Over the past few years, many studies have been conducted to determine the role of albumin in the functioning of the body. The main role of albumin is associated with its unique structure, which allows it to bind and transport substances of various chemical nature (aldehydes, alkanes, fatty acids, metals with fixed and variable valence, and, among others, low molecular substances). them in the blood, i.e. performs a transport function. One of the directions of nanomedicine is the creation of composite nanomaterials with a framework, the fundamental possibilities of obtaining which by laser method have been demonstrated in works. The essence of the method is the formation of a nanotube framework under the influence of the electric field of pulsed or continuous laser radiation. The presence of such a framework creates conditions for the self-organization of the cellular material of biotissues, which is supported by weak non-covalent (hydrogen, ionic) bonds during the hydrophobic interaction of tissues, and is carried out without human intervention. A similar organization of biological macromolecules in nature is carried out, for example, in phospholipids, which are the main components of the plasma of cell membranes. Albumin is a promising biomaterial for creating bulk nanocomposites. Albumin is a simple water-soluble protein that can easily bind to many molecular compounds, such as poorly water-soluble drugs (warfarin, phenobutazon, chlorfibrate, phenytoin, etc.). Since the total surface area of many serum albumin molecules is very large, albumin molecules easily perform a transport function. Nanotubes have promising applications in many areas of modern technology. They have gained such effective application by appearing in developments in various areas of modern electronics. The densest array, as well as an economical logic gate, for creating radiators and manufacturing electrodes on the basis of nanotubes, transistors, nanowires has been assembled. Nanotubes are an effective heat-resistant interfacial material. The latest news is the creation of computers based on carbon nanotubes. Nanotubes not only have small dimensions (in the nanometer range), which can be determined using various parameters depending on the synthesis conditions, but also have electrical conductivity, chemical stability and mechanical strength. All these properties allow us to consider nanotubes as the basis for future elements of nanoelectronics. Scientists from the University of Florida in Tallahassee have created a special type of nanotube, the structure of which consists of amino groups - a nitrogen atom and two hydrogen atoms, which allowed the tubes to "stick" to hydrocarbon growths, for example, to the surface of a spider web. .The amazing properties of spider silk are well known to scientists. The material not only breaks under strong tension, but is also five times lighter than iron. Despite the fact that spider silk has long been discovered by chemists and physicists, attempts to create artificial web threads from the protein molecules that make it up have always ended

in failure. The article also presents experimental results of a solid albumin-nanotube nanocomposite and calculations of electron fluorescence spectra. The possibility of the formation of quantum dots (carbon nanotubes) was demonstrated. To clarify the mechanism of interaction of KNBs with SA (cerium albumin), the structure and vibrational spectra of a number of molecular models were calculated, the selection of which took into account the location of Glu and Asp amino acid residues on the BSA surface. It is known that dicarboxylic amino acids Glu and Asp are polar and have a negative charge at physiological pH values. The radical of acidic amino acids contains an additional carboxyl group that can form chemical bonds with other molecular structures. The structure of one of the SA subdomains with the highlighted carboxyl groups of Glu and Asp amino acid residues. (Fig. 1)

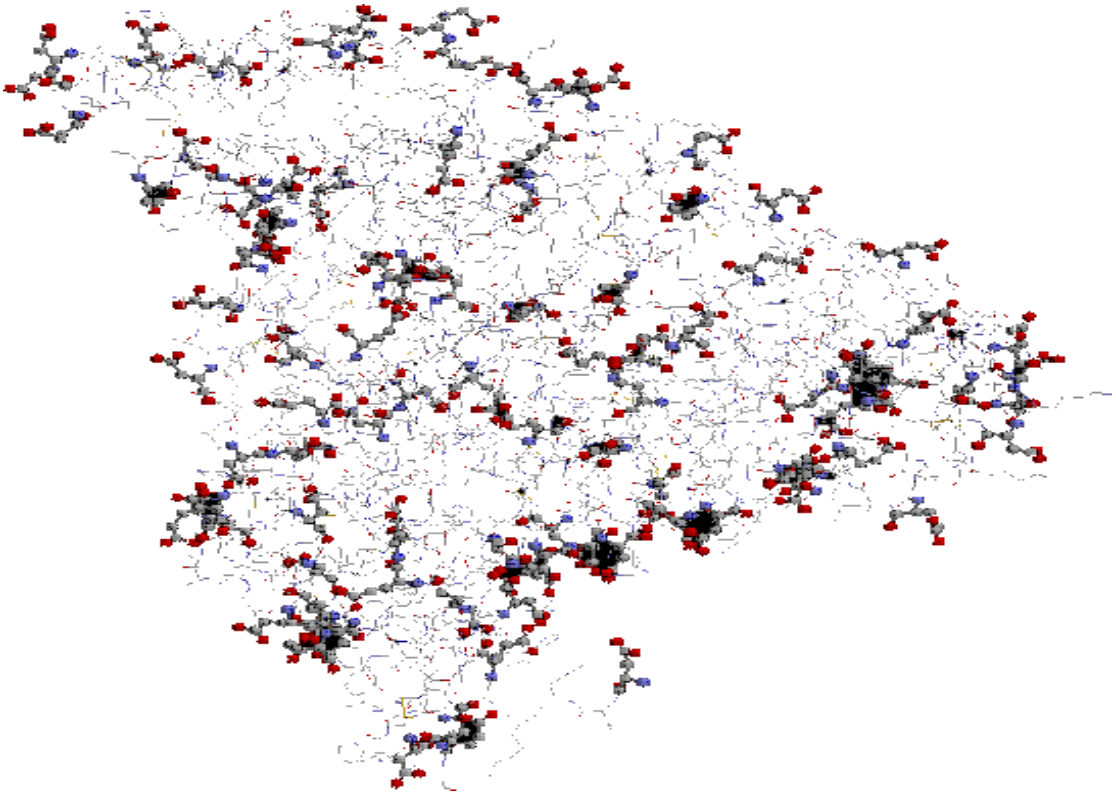


Figure-1 Structure of the BSA subdomain with the assignment of the Glu and Asp carboxyl groups

A molecular model was designed that takes into account the charge of the amino acid residues, that is, the structural element that has a negative charge and is included in Asp and Glu; (Figure-2)

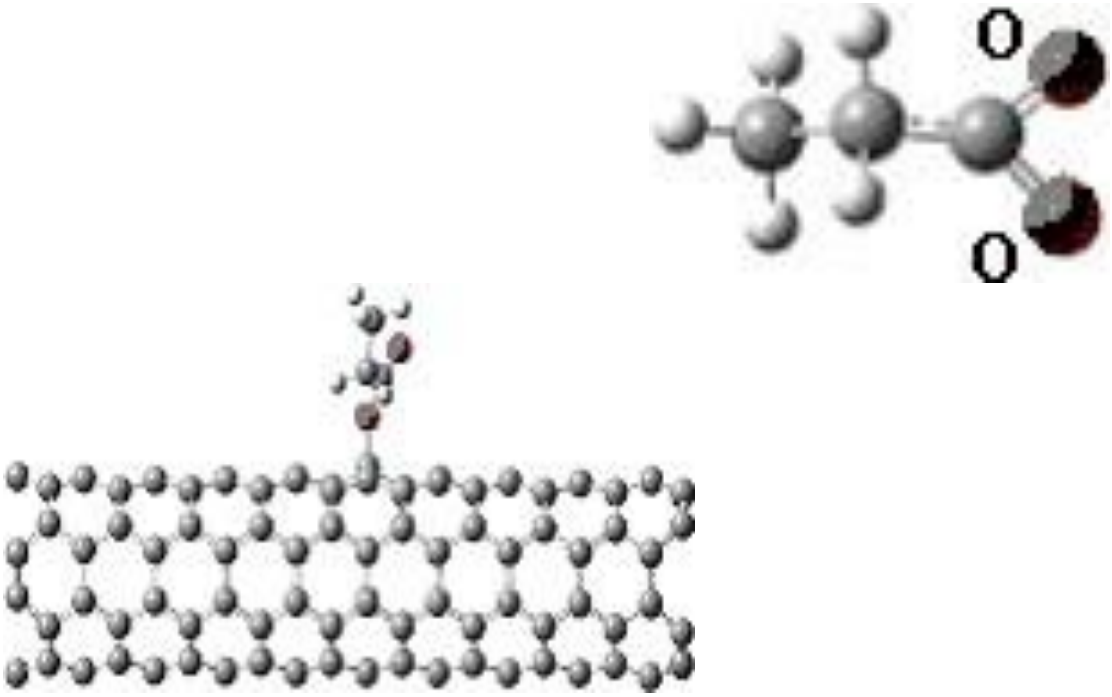


Figure-2

A20x8 tube was used as the KNB. The calculation was performed by the DFT method using the 6-31g(d,p) basis set.

The formation of covalent bonds can be judged by comparing the IR spectra of SA and BSA+SWCNT. When covalent bonds are formed in the SA+SWCNT composite, the number of CC valence bonds in the hexagonal rings changes not only near the attachment points of the oxygen atom, but also at the ends of the tube. A feature of the experimental fluorescence spectra of SA+SWCNT nanocomposites is the dependence of the intensity of the fluorescence spectra on the SWCNT concentration. Adding a small amount of SWCNT to the aqueous solution (C=0.01 g/l) leads to an increase in the fluorescence intensity compared to the spectrum.SA B≈100-200 times. A further increase in the concentration of SWCNTs (C=0.1 g/m3) leads to a less significant (~2-3 times) increase in the intensity of BSA fluorescence compared to the fluorescence of the BSA composite with a lower SWCNT concentration. C=0.01 g/m3). To explain this effect, it should be taken into account that the interaction of SWCNTs with BSA is possible not only through hydrophobic and electrostatic interactions, but also, as previously shown, through the formation of covalent bonds between SWCNTs and oxygen atoms. Carboxyl groups of Glu and Asp amino acid residues included in BSA. Deformation of the nanotube occurs, and this effect is observed only in the proportion of tubes with a diameter of not more than 1.4 nm. The height of the oscillation amplitude of the nanotube is 0.12 nm. Currently, one of the most active and successfully developing areas of nanomedicine is the creation of solid-frame nanocomposites that are not rejected by the human immune system, but, on the contrary, promote the regeneration of cells and biological tissues [5-8]. As shown in, the formation of a nanotube framework based on SA and SWCNTs is possible under the influence of an electric field of pulsed or continuous laser irradiation. According to the analysis of the vibrational IR and Raman spectra of solid nanocomposites obtained using this method, the nature of the interaction between SA and SWNTs depends on the diameter (d) of the nanotubes: “thick” nanotubes interact with albumin through van der Waals forces, and “thin” SWNTs are

formed by amino acid residues Asp and Glu, located on the surface of SA, covalent bonds are shown in [2]. When studying the mechanism of interaction of SA with SWCNTs, the results of the interpretation of the vibrational spectra of SA were used [3], the study of the fluorescence spectra of solid nanocomposites depending on the diameter (d) and concentration (C) of nanotubes. has not been carried out before. The aim of this work is to determine the regularities of changes in the fluorescence intensity of solid nanocomposites obtained from SA and SWCNTs depending on the diameter of the KNBs and their concentration. For this, it is necessary to solve the following experimental and theoretical problems:

1) to record the experimental fluorescence spectra of SA, SWCNTs and solid nanocomposites obtained on their basis depending on the C and d of the nanotubes;

2) using the method of quantum chemistry, calculate the electron absorption spectra of "thin" SWCNTs depending on their length (l) and function

3) to determine the conditions for the formation of a wavy surface of nanotubes, which leads to quantum localization inside the "thin" SWCNT and, accordingly, an increase in the fluorescence intensity

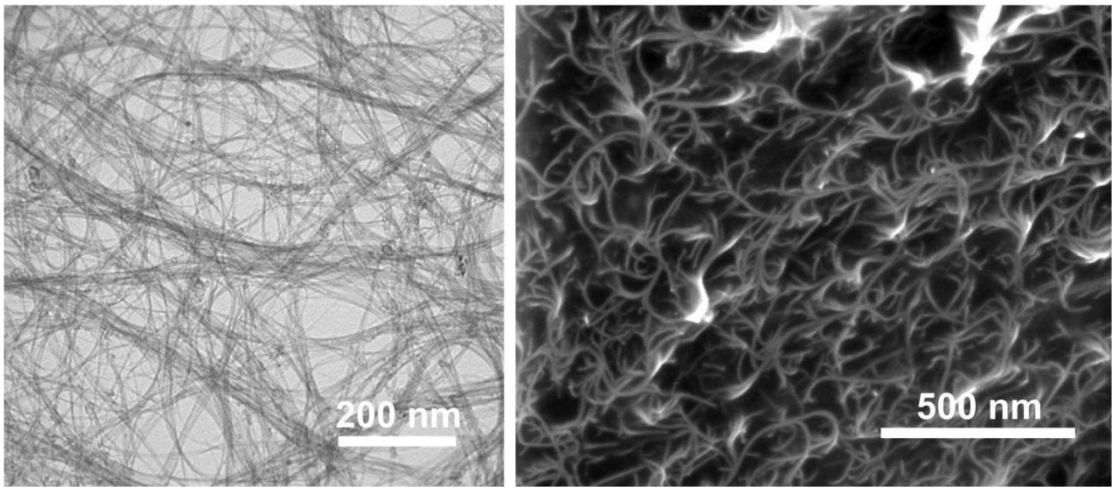


Figure-3. Scanning electron microscope images: a – original SWCNTs, b – decomposition of the composite based on SA + SWCNTs located on a silicon substrate

Electron spectra measurements based on pure SA and SA + SWCNTs were carried out in a quartz cell with a layer thickness of 5 mm using a Thermo Scientific Genesys 10S UV-Vis spectrophotometer (USA). Fluorescence spectra of nanocomposites were recorded on a solid-state attachment of a PerkinElmer LS55 (USA) single-beam spectrometer using a xenon lamp operating in a pulsed mode (N = 150 V, F = 50 Hz) as an excitation radiation source. .All experiments on sample preparation and examination were carried out at room temperature.Electron spectra were calculated by the TD-DFT method using the Gaussian09 program and the 6-31g(d,p) basis set [34].

2. Results and Discussion

Figure 4 shows the experimental fluorescence spectra of solid nanocomposites based on SA and SWCNTs as a function of d and C. To clarify the effect of d on the fluorescence spectra, two types of SWCNTs were considered - “thin” (average d = 1.04) nm) and “thick” (average d = 4.10 nm C nanotube concentrations were 0.001 and 0.01 g/l); In addition, the BSA fluorescence spectra of “thick” and “thin” SWCNTs were measured when excited by laser radiation at wavelengths λ = 240, 270 and 290 nm (Figure 3). Comparison of the fluorescence spectra (see Figures 2, 3) shows that for solid nanocomposites using “thick” nanotubes, fluorescence quenching is observed in comparison with the fluorescence spectra of BSA with

an increase in their concentration. This fully confirms the results of experimental studies of the interaction of "thick" BSA tubes in solid nanocomposites using vibrational IR and Raman spectroscopy, according to which the mechanism of their interaction is associated with van der Waals forces [2]. In addition, this effect coincides with the results of studying the fluorescence of mixtures of SA with KNBs in protein solutions, where the main mechanism of interaction between BSA and nanotubes is also van der Waals forces [7]. In the case of "thin" SWCNTs, excitation with laser radiation with wavelengths λ = 240, 270 and 290 nm leads to an increase in the intensity of the fluorescence absorption band of solid nanocomposites compared to both BSA (10 times) and SWNTs (20 times) (see Fig. 4,5). However, unlike "thick" nanotubes, the fluorescence intensity at the concentration.

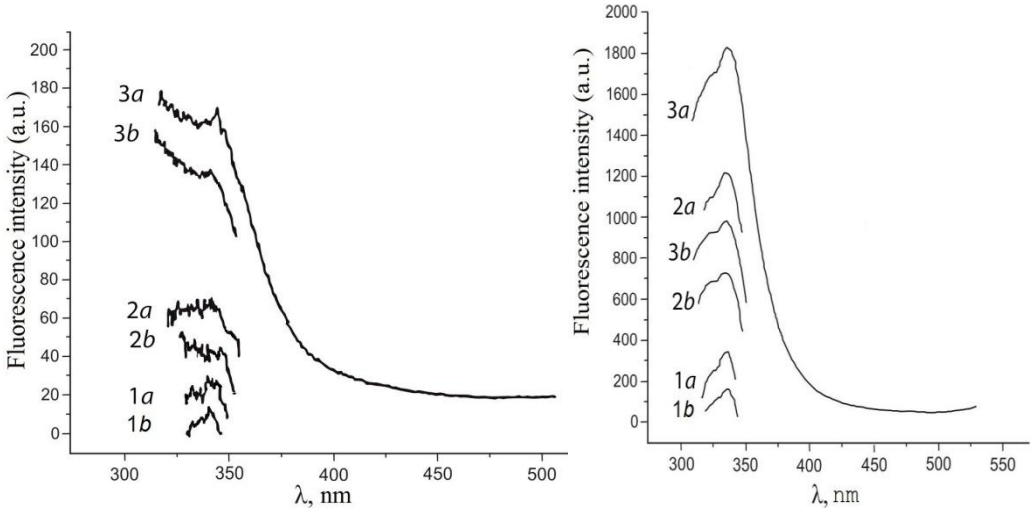


Figure 4. Experimental fluorescence spectra of solid nanocomposites based on SA and SWCNTs when excited by laser irradiation: a for "thick" SWCNTs, b for "thin" SWCNTs. Curves 1a, 2a, 3a correspond to radiation wavelengths λ = 240, 270, 290 nm and nanotube concentration of 0.001 g/l. Curves 1b, 2b, 3b correspond to radiation wavelengths λ = 240, 270, 290 nm and nanotube concentration of 0.001 g/l, respectively.

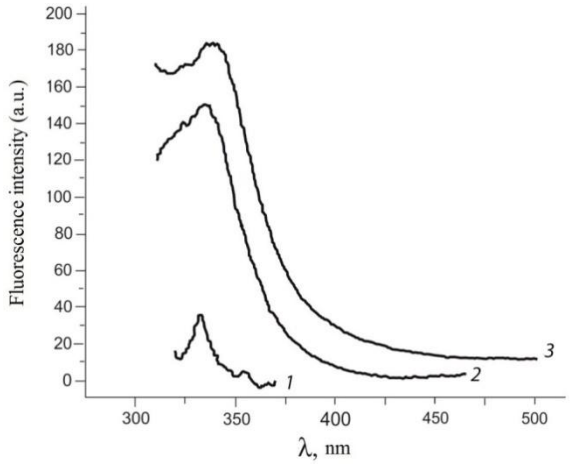


Figure 5 Experimental fluorescence spectra of BSA (a), "thin" and "thick" SWCNTs (b) when excited by laser radiation with wavelengths λ = 240 (1), 270 (2) and 290 nm (3) (curves 1a, 2a, 3a correspond to "thin" SWCNTs, curves 1b, 2b, 3b correspond to "thick" SWCNTs)

SWCNT = C = 0.001 g/l is 0.01 g/l2 times less than that, which indicates the influence of the concentration of "thin" nanotubes on the nature of the interaction with SA. To explain this effect, model calculations of the electronic spectra were carried out and the absorption of "thin"

SWCNTs of different lengths (l = 4.94) and different diameters (d = 0.54, 1.08 and 1.49 nm) was determined, 2.34, 1.47 and 0.65 nm). The results obtained are similar in nature to the example.

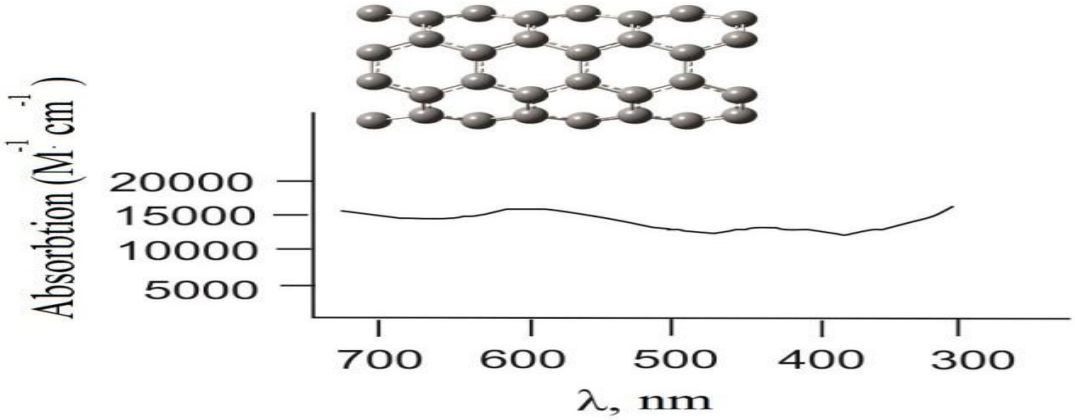


Figure 6. Calculated absorption spectra of SWNTs with diameter d = 0.54 nm and length l = 4.94 (a), 2.34 (b), 1.47 (c) and 0.65 (d) nm

A comparison of the spectra (see Fig. 6, a–d) shows that the length of the nanotube has a significant effect on the absorption intensity, if the diameter of the tube is comparable to its length, the absorption intensity increases sharply. Moreover, the maximum intensity of the absorption spectra is achieved at a tube length exceeding its diameter by 2.5 times (see Fig. 6, c). A further decrease in the tube length practically does not lead to an increase in intensity (see Fig. 6d). Molecular modeling of the electronic spectra of SWCNTs, carried out depending on their length, shows that the increase in intensity. electronic spectra can be associated with the transformation of the nanotube from a quantum wire to a quantum dot, the optical property of which is a significant increase in radiation intensity [5]. To justify the possibility of forming quantum dots on the basis of “thin” nanotubes, it is necessary to take into account the well-known fact that functionalization of nanotubes with oxygen atoms contained in molecular fragments of various chemical compounds presented in the research work. [6] is an effective method for increasing their fluorescence. It has been shown that in various solvents, which can functionalize nanotubes with oxygen atoms, the increase in SWCNT fluorescence can reach 30% [7]. A similar effect is observed when a small graphene fragment, the size of which corresponds to the size of a quantum dot, is attached to SWNTs via an oxygen atom [6].

CONCLUSION.

In order to study the effect of the interaction mechanism of SA and SWCNTs in solid nanocomposites on the fluorescence spectra, experimental fluorescence spectra of SA and SWCNT nanocomposites were recorded for SWCNTs of different diameters and concentrations. In the "thick" state (average diameter = =4.10 nm), the experimental fluorescence spectra of SWCNTs are observed with a fluorescence quaternary with laser excitation of a certain wavelength (λ = 240, 270 and 290 nm) with increasing C concentration of nanotubes (from 0.001 to 0.01 g/l). Fluorescence spectra of SA. This nature of the change in fluorescence intensity fully confirms the conclusions previously obtained by the authors of this article about the van der Waals nature of the interaction of BSA with “thick” nanotubes in solid nanocomposites [7]. The obtained experimental examples of fluorescence spectra of solid nanocomposites are consistent with the results of measurements by other authors when studying the regularities of fluorescence in protein solutions, where the main mechanism of interaction between BSA and nanotubes is also van der Waals forces. In the “thin” case (average diameter == 1.04 nm), the fluorescence intensity in the experimental spectra of SWCNTs increases by an order of magnitude compared to the spectra of both BSA and nanotubes. To explain this

effect, model calculations of the electronic spectra of “thin” SWCNTs of various lengths were carried out, which showed that the intensity of the absorption spectrum increases sharply as the tube length becomes proportional to its diameter, which is quite explained. is the formation of quantum dots. Considering that the “thin” nanotubes in solid nanocomposites form covalent bonds with Asp and Glu located on the surface of SA, molecular modeling has shown that the surface of the nanotube takes on a wavy shape with carbon atoms. “Thin” SWCNTs, which form covalent bonds with amino acid residues, extend to a distance of 12 pm relative to the surface of the nanotube. As a result, quantum localization occurs inside the “thin” nanotube or with the formation of quantum dots, which in turn leads to an increase in the fluorescence intensity of the synthesized solid nanocomposite.

1. Theoretical analysis of the vibrational and electronic experimental spectra of the BSA and BSA+nanotube nanocomposites was carried out.

2. Based on the analysis of the vibrational spectra, it is shown that

Aspartic and glutamic acids can form covalent bonds with the nanotube.

3. The enhancement of the fluorescence of SA+SWCNT is a consequence of the formation of quantum dots.

REFERENCES

1. Gusev A.I. Nanomaterials, nanostructures, nanotechnologies. —M.: Fizmetlit, 2007. — 416 p.

2. Gusev A.I. Rempel A.A. Nanocrystalline Materials.—Cambridge: Cambridge International Science Publishing, 2004. — 351 p.

3. BrovkoA. M. History of the development of quantum dot technology//Young scientist. — 2015. — No. 9. — P. 166-169.

4. Fenelonov V.B. Introduction to the physical chemistry of the formation of supramolecular structures of adsorbents and catalysts. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2002. – 413 p.

5. Gryzunov Yu.A., Dobrentsov G.E., Zaks I.O., Kamarova M.N. Blood albumin: properties, functions and their evaluation in emergency situations//Anesthesiology and resuscitation.– 2004.-№6.–P.68-74.

6. Medintz I.L., Uyeda H.T., Goldman E.R., Mattuosi H. Quantum dot bioconjugates for imaging, labeling and sensing. Nature Materials, 2005, Vol.4, 435-446.

7. Leatherdale CA, Kagan CR, Morgan NY, Empedocles SA, Kastner MA, Bawendi, Physical Review B, 2000, 62: 2669-2680.

DFT STUDIES INCLUDING FMO, MULLIKEN CHARGES, NLO, MEP, ESP, HOMO-LUMO, SPECTROSCOPIC, THERMODYNAMIC AND ELECTRONIC OF 1-(1-METHYLPIPERAZIN-4-YL-METHYL)-3-METHYL-4- (3-METHOXY-4-ISOBUTYRYLOXY-BENZYLIDENEAMINO)-4,5-DIHYDRO-1*H*-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE MANNICH BASE

Gül KOTAN

Kafkas University, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Vocational School, Kars, Turkey,

ORCID: 0000-0002-4507-9029

Haydar YÜKSEK

Kafkas University, Department of Chemistry

ORCID: 0000-0003-1289-1800

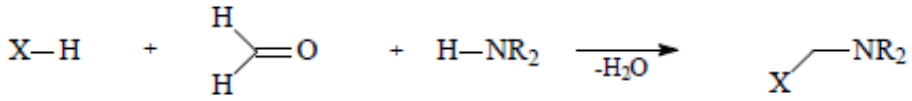
ABSTRACT

All quantum chemical computations of the 1-(1-methylpiperazin-4-yl-methyl)-3-methyl-4-(3-methoxy-4-isobutyryloxy-benzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (MPMI) molecule, recorded in the literature, have been analyzed theoretically using the 6-311G(d,p) basis set with the B3LYP function of the density functional theory (DFT) approach. The three-dimensional structure of the molecule is shown using GaussView 5.0. Molecular optimization was performed to find the molecular structure of the target Mannich base that reaches the minimum energy. Some other theoretical parameters were calculated based on the optimized structure. The Gaussian G09 software package was used to determine the target molecule's Proton Nuclear Magnetic Resonance and Carbon-13 Nuclear Magnetic Resonance (^{1}H /^{13}C-NMR) isotropic shift values using the gauge independent atomic orbital (GIAO) approach. Regression analysis was carried out using calculated and experimental data in accordance with the δ exp=a+b. δ calc. equation, and correlation graphs were created. The literature was consulted to get experimental spectroscopic values. The IR vibration frequency was estimated using the Veda 4 software, and the results were multiplied by the scala factor. Theoretical infrared graphs were produced by comparing the computed theoretical IR data with experimental data. Additional, DFT calculations such as the molecular electrostatic potential (MEP), frontier molecular orbitals (FMO), mulliken charges, Non-Linear Optical NLO (the first hyperpolarizability β and the polarizability α), Electron spin potantial (ESP), HOMO-LUMO, ΔE energy gap, thermodynamic (enthalpy H^0, heat capacity CV^0, and entropy S^0) and electronic parameters (chemical potential (μ), electrophilicity index (ω), ionization potential (I), electronegativity (χ), electron affinity (A), global hardness (η), nucleophilic index (IP) and global softness (S)) were calculated.

Key Words: GIAO, FMO, Mannich base, HOMO-LUMO, NLO.

INTRODUCTION

A group of molecules By condensation of structurally distinct substrates with at least one active hydrogen atom, an aldehyde component, and an amine reagent, the classic Mannich reaction yields Mannich base (Scheme 1).



Scheme 1. Mannich Base Synthesis mechanism

Another name for Mannich reactions is aminoalkylation reactions (Roman, 2015) Mannich bases are used in many in countless areas, including the treatment of natural materials with large molecules, such as leather, paper and textiles; the creation of synthetic polymers; petroleum industry additives; analytical reagents; cosmetics; dyes, etc (Tramontini, M., & Angiolini, L. (1994). They have several applications in drug chemistry as they greatly increase a compound's activity and therapeutic properties (Srivastava, et al., (2025). Mannich bases have antibacterial, antioxidant (Kotan, 2021), antidiabetic (Bhutani, 2018), anticancer (Demirci, & Demirbaş, 2019), analgesic (Gökçe,et al., 2005) antifungal (Rafaat, M.S. 2022), anti-inflammatory (Toma, et al., 2013), anticonvulsant (Keshari, et al.,), anti-Alzheimer (Tian, et al., 2020) and carbonic anhydrase inhibitors (Tugrak, et al., 2019) among their many biological effects. It is known that Mannich base compounds have also been used in theoretical study areas in recent years. DFT (Density functional teory) is a very comprehensive application used in quantum chemical calculations. All computational properties of Mannich bases can be done in a computer environment using DFT. Quantum chemical computations have been thoroughly examined for theoretical modeling in recent contexts, in addition to experimental investigations. The literature review indicates that a wide range of businesses have made substantial use of the experimental and theoretical study of Mannich base products (Kotan,et al., 2022); (Kotan,et al., 2016). Quantum chemical computations were performed using full geometry optimizations of the molecule to look for theoretical and experimental consistency. For this reason, some parameters of the Mannich base existing in the literature (Manap, et al., 2020) were calculated. It is possible to predict how molecules will behave in a number of difficult cases using calculations related to quantum chemistry. All quantum chemistry computations were performed using the Gaussian 09 software version (Wolinski, et al., 1990; Frisch, et al., 2009).

MATERIALS AND METHODS

Theoretical

Using the Gauss-view 5.0 application, the three-dimensional molecular structure of the molecule that was documented in the literature (Manap, et al., 2020) was visibly obtained (Dennington, 2009). The 6-311G(d,p) basis set was used for the computations, which were performed using the density functional theory (DFT) approach using the Gaussian 09W application package on a computer (Frisch, et al., 2009). It was first optimized to locate atoms in the most stable positions of the molecule. Later, each atom of the same type was given a number. Finally, all theoretical calculations such as the MEP, FMO, mulliken charges, NLO β and the α, ESP, HOMO-LUMO, ΔE, H^0, CV^0, S^0 , (μ), (ω), (I), (χ), (A), (η), (IP) and (S)were performed using this optimized structure of the target molecule.

RESULT AND DISCUSSION

Thereotical Details

Molecular Optimization

First, the software was used to produce the Gaussian view picture of the Mannich base molecule. Next, the MPMI utilizing the B3LYP functional of the Gaussian program, molecule was optimized to get the lowest energy and stable structure of the molecule in order to execute various DFT applications. Figure 1 displays the molecular structure that has been optimized.

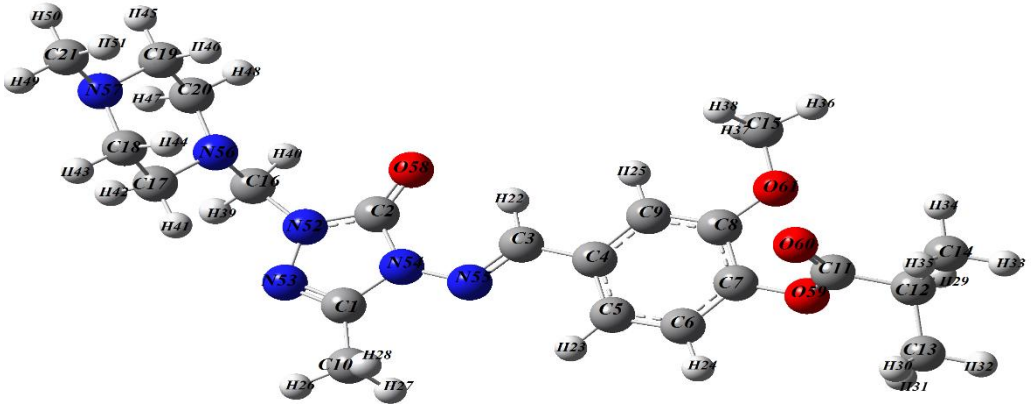


Figure 1. The Gaussview structure of the Mannich base

Mulliken charge distribution

Mulliken atomic charge populations forecast the molecule's atomic charges and provide one of the most straightforward images of charge distribution and it is associated with polarity and chemical bonding (Mulliken, R. S. 1955). Analysis of Mulliken charges for static geometry was used to determine the charge distribution of every atom in the MPMI molecule using the DFT/B3LYP/6-311G (d,p) basic set, as seen in Table 1. The mullikene atomic charges of each of the O, C, H and N in the molecule were obtained and accordingly, the highest mullikene charge was found at C2 (0.586) while the lowest molecular charge was found at O58 (-0.414). It was also found that electronegative atoms such as oxygen (O58-O61) and nitrogen (N52-N57) are negatively charged while protons (H22-H51) are all positively charged.

Table 1. The Mulliken Charges data

Atoms	B3LYP	Atoms	B3LYP	Atoms	B3LYP	Atoms	B3LYP
C1	0.297	**C16**	0.084	**H31**	0.104	**H46**	0.123
C2	**0.586**	**C17**	-0.108	**H32**	0.119	**H47**	0.115
C3	0.124	**C18**	-0.045	**H33**	0.112	**H48**	0.106
C4	0.154	**C19**	-0.170	**H34**	0.112	**H49**	0.094
C5	-0.023	**C20**	-0.050	**H35**	0.126	**H50**	0.101
C6	-0.061	**C21**	-0.175	**H36**	0.113	**H51**	0.104
C7	0.162	**H22**	0.139	**H37**	0.121	**N52**	-0.353
C8	0.201	**H23**	0.100	**H38**	0.133	**N53**	-0.223
C9	-0.092	**H24**	0.099	**H39**	0.136	**N54**	-0.366
C10	-0.245	**H25**	0.112	**H40**	0.135	**N55**	-0.209
C11	0.410	**H26**	0.131	**H41**	0.113	**N56**	-0.385
C12	-0.258	**H27**	0.132	**H42**	0.106	**N57**	-0.342
C13	-0.259	**H28**	0.133	**H43**	0.108	**O58**	**-0.414**
C14	-0.273	**H29**	0.139	**H44**	0.101	**O59**	-0.360
C15	-0.133	**H30**	0.113	**H45**	0.120	**O60**	-0.317
						O61	-0.353

Non-Lineer Optical Analysis (NLO)

An electric dipole is produced when a molecule's centers of positive and negative charges are separated. Scientists named this polarity. The dipole moment's first-order reaction to external electric fields is explained by its linear polarizability (α'). Changes in polarizability affect linear optical characteristics such as refractive indices and absorption. A molecule's hyperpolarizability (β) is a measure of its propensity to generate a dipole when exposed to an electric field. (Amalanathan,et al., 2011). The polarity "αxx, αxy, αyy, αxz, αyz, αzz" values are 462.4722909, 18.7790486, 281.0143892, -16.9074777, 19.8927645, 199.9375564, respectively. The HyperPolar "βxxx, βxxy, βxyy, βyyy, βxxz, Bxyz, Byyz, βxzz, βyzz, βzzz, βtotal" values are -191.1448308, 113.9365739, 69.1454395, 123.3328132, -28.8524604, 49.4109035, 36.6007072, -26.8079691, 1.8016453,-11.6618764 respectively. The total static dipole moment μtoplam= 1.7812 debye, average linear polarizability α= 46.605×10^{-24} esu, anisotropy of polarizability Δα= 34.506×10^{-24} esu and initial hyperpolarizability β_{total}= 23.57×10^{-31} esu are among NLO properties. Table 2 lists these characteristics, which were determined using the B3LYP 6-311G(d,p) basis set. Urea is the NLO reference and its values are as follows; Δα:=$2.13568262 \times 10^{-24}$ esu, α_{total}= $5.07643717 \times 10^{-24}$ esu and β^0= $7.2228469891 \times 10^{-31}$ esu are the NLO parameters (Mirdan et al., 2025). Comparing the NLO values to the reference material, they were 9, 17, and 3 times higher than urea.

Table 2. The NLO values

	B3LYP		B3LYP
E_{total}	-1448.03079795 a.u.	β_{xxx}	-191.1448308
μ_x	1.3227	β_{xxy}	113.9365739
μ_y	-0.2955	β_{xyy}	69.1454395
μ_z	-1.1558	β_{yyy}	123.3328132
μ_{Toplam}	1.7812 Debye	β_{xxz}	-28.8524604
αxx	462.4722909	B_{xyz}	49.4109035
αxy	18.7790486	B_{yyz}	36.6007072
αyy	281.0143892	β_{xzz}	-26.8079691
αxz	-16.9074777	β_{yzz}	1.8016453
αyz	19.8927645	B_{zzz}	-11.6618764
αzz	199.9375564	β_{total}	23.57×10^{-31} esu
α_{total}	46.605×10^{-24} esu		
Δα (esu)	34.506×10^{-24} esu		

FT-IR Analysis

The B3LYP/6-311G(d,p) basis set and Veda 4f program (Jamróz, et al., 2004) was also used to calculate the vibration frequency values of the theoretically studied molecule. The computed vibration frequency values were then multiplied by the scale factors (Merrick, 2007). that vary depending on the method and basis set to produce scaled values. The applicability of the examined methodologies for the experiments was also examined, along with a comparison of the theoretical vibration frequency values and experimental data (Manap et al., 2020).

Table 3. Calculated IR frequency data

vibrational frequencies	IR	Scaled B3LYP
ν (C=CH)	3071	3640
ν (C=O)	1756,1691	1739, 1675
ν (C=N)	1600,1579	1610
ν (COO)	1247	1244

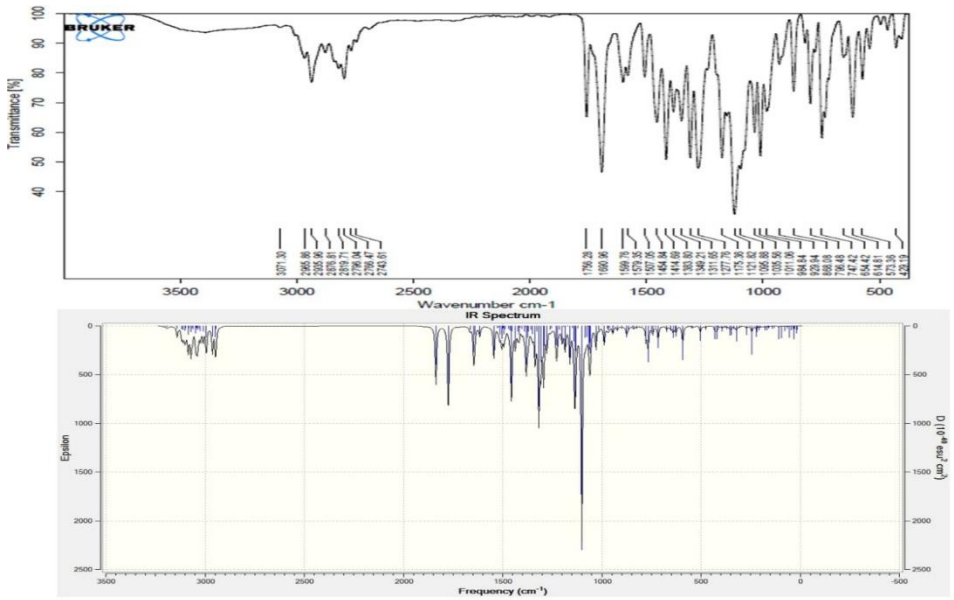


Figure 2. Experimantal and theoretical IR spectrums

NMR Spectral Analysis

The ^{13}C /^{1}H-NMR theoretical chemical shift values were calculated with DFT solvent (DMSO) medium by the GIAO method (Wolinski, 1990) and compared with the experimental nuclear magnetic resonance values available in the literature. The results obtained by subtracting these experimental values from the theoretical values are shown in the Table 4. By contrasting the theoretical and experimental data, regression analysis was performed and the mean global error (R) values were found and regression graphs were created.

Table 4. The theoretical and experimental ^{1}H /^{13}C NMR data

No	Experimental	B3LYP/vakum	Difference		Experimental	B3LYP/vakum	Difference
C1	148.55	143.79	4.76	**H25**	6.95	7.60	-0.65
C2	154.26	153.63	0.63	**H26**	2.37	2.3	0.07
C3	153.77	150.06	3.71	**H27**	2.4	2.30	0.1
C4	138.11	132.14	5.97	**H31**	1.74	1.24	0.5
C5	118.79	120.65	-1.86	**H32**	1.27	1.24	0.03
C6	127.01	123.65	3.36	**H33**	1	1.24	-0.24
C7	148.77	142.82	5.95	**H34**	1.2	1.24	-0.04
C8	157.42	151.31	6.11	**H35**	0.89	1.24	-0.35
C9	117.7	111.46	6.24	**H36**	3.78	3.85	-0.07
C10	12.41	10.90	1.51	**H37**	3.59	3.85	-0.26
C11	181.07	174.16	6.91	**H38**	4.07	3.85	0.22
C12	37.87	33.18	4.69	**H39**	3.81	4.55	-0.74
C13	20.1	18.71	1.39	**H40**	4.42	4.55	-0.13
C14	17.11	18.71	-1.6	**H41**	2.97	2.61	0.36
C15	54.89	56.02	-1.13	**H42**	2.16	2.61	-0.45
C16	67.28	65.72	1.56	**H43**	2.42	2.34	0.08
C17	52.2	49.37	2.83	**H44**	1.83	2.34	-0.51
C18	56.08	54.60	1.48	**H45**	2.5	2.34	0.16
C19	57.14	54.60	2.54	**H46**	2	2.34	-0.34
C20	53.5	49.37	4.13	**H47**	2.45	2.61	-0.16
C21	44.99	45.49	-0.5	**H48**	2.68	2.61	0.07
H22	10.19	9.71	0.48	**H49**	2.21	2.15	0.06
H23	7.93	7.47	0.46	**H50**	2.21	2.15	0.06
H24	7.26	7.23	0.03	**H51**	1.82	2.15	-0.33

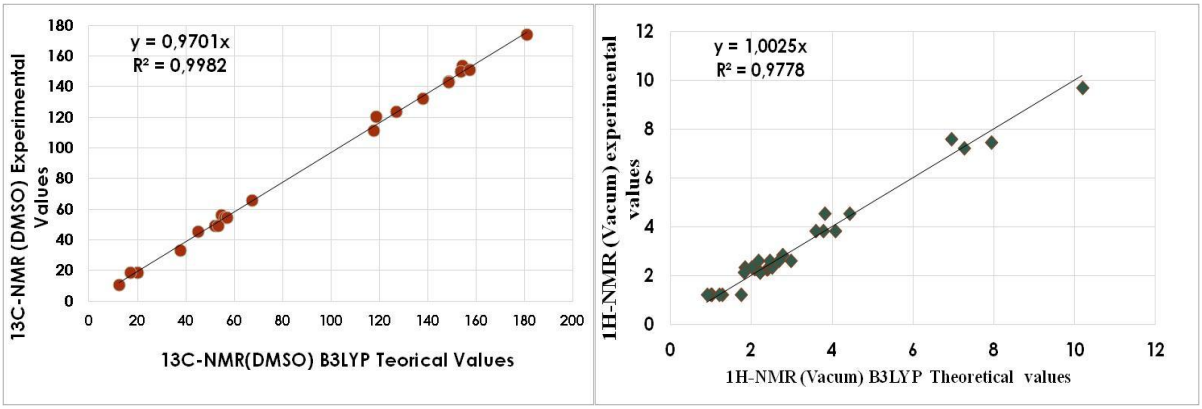


Figure 3. The visualizations of correlation for $^{13}C/^{1}H$-NMR (DMSO) of titled compound

MEP Analysis

A molecule's molecular electrostatic potential (MEP) predicts its relative reactivity sites for both electrophilic and nucleophilic assault. The DFT computation was performed to predict the compound's MEP surface analysis employing the optimized structure using the B3LYP/6-311G(d,p) basis set. The Figure 4 shows the surface map.The electrostatic color scale of the compound ranges from 5.081e-2 to -5.081e-2. Red shows the regions where electronegative atoms are located, blue shows the regions where electropositive atoms are located. When looking at the MEP map of the molecule, the region where electronegative atoms such as oxygen and nitrogen are located is red, and the region where protons are located is light blue (Mumit,et al., 2020)

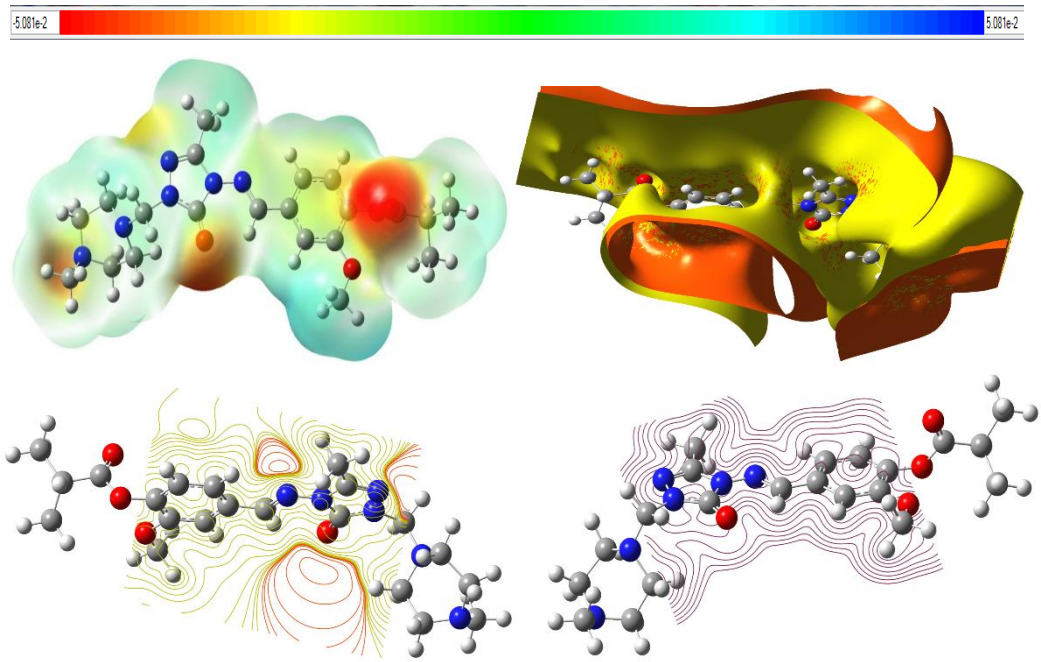


Figure 4. The calculated MEPs, ESP, Electrostatic Potantial, Electron Density map

FMOs Analysis

The variety of descriptors for quantum chemistry provides a wealth of information on the electronic structural characteristics of a molecular environment. The (χ), (μ), (η), (ω), (I), (IP) (S), (A) and optoelectronic properties of common organic and biologically significant molecules are all determined by the energy of lowest unoccupied (LUMO) molecular orbitals and the highest occupied (HOMO), and the energy difference between them (Parr, R. G. 1989). Molecular orbital shapes were obtained by calculating the orbitals energies of the . The energy difference between the orbitals of the MPMI is ΔEg and the chemical stability of the molecule is discussed by using this difference. The lower the energy difference, the greater the chemical stability.

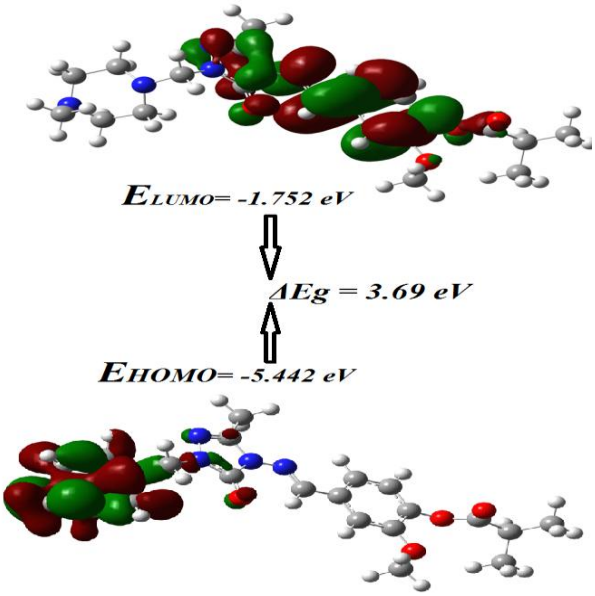


Figure 5. Calculated HOMO-LUMO shapes

Table 5. The some electronic features

		Hatree	ev	kcal/mol	KJ/mol
LUMO		-0.06441	-1.75264	-40.4175	-169.108
HOMO		-0.20042	-5.45357	-125.764	-526.203
Electron Affinity	**A**	0.06441	1.75264	40.4175	169.108
Ionization Potential	**I**	0.20042	5.45357	125.764	526.203
Energy Gap	**ΔE**	0.13601	3.70093	85.3467	357.094
Electronegativity	**X**	0.132415	3.6031	83.0908	347.656
Chemical Potential	**Pi**	-0.132415	-3.6031	-83.0908	-347.656
Electrophilic Index	**Ω**	0.000596191	0.01622	0.37411	1.5653
Nucleophilic Index	**IP**	-0.00900488	-0.24503	-5.65059	-23.6423
Molecular Softness	**S**	14.7048	400.128	9227.31	38607.5
Molecular Hardness	**H**	0.068005	1.85046	42.6733	178.547

Thermodynamics Analysis

Entropy: S (cal/molK), Enthalpy: E (Kcal/mol), Heat Capacity: CV (Cal/Mol-Kelvin) values are that must be known in a chemical reaction. However, their experimental measurements can be difficult depending on the type of reaction, so thermodynamic properties were calculated theoretically at 1 atm pressure and 298.15 K. All calculated thermodynamic parameters are written in Table 6.

Table 6. The thermodynamic values of the compound

Rotational temperatures (Kelvin)	B3LYP
A	0.01990
B	0.00192
C	0.00182
Rotational constants (GHZ)	
A	0.41456
B	0.04010
C	0.03795
Zero-point vibrational energy (Kcal/Mol)	318.02792
Thermal correction to Energy	0.538307
Thermal correction to Enthalpy	0.539251
Thermal correction to Gibbs Free Energy	0.440154
Sum of electronic and zero-point Energies	-1447.523988
Sum of electronic and thermal Energies	-1447.492491
Sum of electronic and thermal Enthalpies	-1447.491547
Sum of electronic and thermal Free Energies	-1447.590644
Thermal Energies E(Kcal/mol)	
Translational	0.889
Rotational	0.889
Vibrational	336.015
Total	337.793
Thermal Capacity CV(Cal/Mol-Kelvin	
Translational	2.981
Rotational	2.981
Vibrational	110.822
Total	116.783
Entropy S (Cal/Mol-Kelvin)	
Translational	44.068
Rotational	37.475
Vibrational	127.026
Total	208.568

CONCLUSIONS

The molecular structures, ^{1}H-^{13}C NMR chemical shifts, HOMO-LUMO analyses vibrational frequencies, MEP and atomic charges of the MPMI were calculated using B3LYP/6-311G level. It is easy to conclude from the experimental data that the theoretically determined vibrational frequencies, NMR chemical shift parameters correspond rather well with the actual data. Electropositive and electronegative regions were determined by MEP analysis and atoms where nucleophilic and electrophilic reactions could occur were predicted. In addition, the molecule is thought to be a non-linear optical substance.

REFERENCES

Amalanathan, M., Joe, I. H., & Rastogi, V. K. (2011). Density functional theory studies on molecular structure and vibrational spectra of NLO crystal L-phenylalanine phenylalanium nitrate for THz application. *Journal of Molecular Structure*, *1006*(1-3), 513-526.

Bhutani, R., Pathak, D. P., Kapoor, G., Husain, A., Kant, R., & Iqbal, M. A. (2018). Synthesis, molecular modelling studies and ADME prediction of benzothiazole clubbed oxadiazole-Mannich bases, and evaluation of their anti-diabetic activity through in vivo model. *Bioorganic chemistry*, 77, 6-15.

Demirci, S., & Demirbaş, N. (2019). Anticancer activities of novel Mannich bases against prostate cancer cells. *Medicinal Chemistry Research*, 28, 1945-195

Dennington, R., Keith T., Millam (Eds.). (2009). J. GaussView, Version 5, Semichem Inc., Shawnee Mission KS.

Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Mennucci, B., Petersson, G. A., Nakatsuji, H., Caricato, M., Li, X. et al., (2009). Gaussian 09. Revision C.01. Gaussian. Inc. Wallingford. CT.

Gökçe, M., Bakır, G., Şahin, M. F., Kuepeli, E., & Yeşilada, E. (2005). Synthesis of new mannich bases of arylpyridazinones as analgesic and anti-inflammatory agents. *Arzneimittelforschung*, *55*(06), 318-325

Jamróz, M. H. (2004). Vibrational Energy Distribution Analysis. VEDA 4 program, Warsaw.

Kotan, G. (2021). Novel mannich base derivatives: Synthesis, characterization, antimicrobial and antioxidant activities. *Letters in Organic Chemistry*, 18(10), 830-841

Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2022). Synthesis, characterization, antioxidant and DFT studies of some novel Schiff base compounds. *Journal of Computational Biophysics and Chemistry*, 21(01), 47-63

Kotan, G., & Yüksek, H. (2016). Theoretical and Spectroscopic Studies of (E)-3-Benzyl-4-((4-Isopropylbenzylidene)-Amino)-1-(Morpholinomethyl)-1H-1, 2, 4-triazol-5 (4H)-one Molecule. *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 3(3), 381-392.

Keshari, A. K., Tewari, A., Verma, S. S., & Saraf, S. K. (2017). Novel Mannich-bases as potential anticonvulsants: syntheses, characterization and biological evaluation. *Central Nervous System Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Central Nervous System Agents)*, 17(3), 219-228).

Manap, S., Gürsoy-Kol, Ö., Alkan, M., & Yüksek, H. (2020). Synthesis, in vitro antioxidant and antimicrobial activities of some novel 3-substitued-4-(3-methoxy-4-isobutyryloxybenzylideneamino)-4, 5-dihydro-1*H*-1, 2, 4-triazol-5-one derivatives.

Merrick, J. P., Moran, D., Radom, L. (2007). An Evaluation of Harmonic Vibrational Frequency Scale Factors. Journal of Physical Chemistry, 111(45), 11683-11700.

Mirdan, G. A., Hassan, Q., Kadhum, M. Y., Emshary, C. A., Hussein, K. A., Sultan, H. A., ... & Abdullmajed, H. A. (2025). Study of DFT, synthesis, and nonlinear optical properties of a Schiff base compound. *Journal of Fluorescence*, 1-14.

Mulliken, R. S. (1955). Electronic population analysis on LCAO–MO molecular wave functions. I. *The Journal of Chemical Physics*, 23(10), 1833-1840.

Mumit, M. A., Pal, T. K., Alam, M. A., Islam, M. A. A. A. A., Paul, S., & Sheikh, M. C. (2020). DFT studies on vibrational and electronic spectra, HOMO–LUMO, MEP, HOMA, NBO and molecular docking analysis of benzyl-3-N-(2, 4, 5-trimethoxyphenylmethylene) hydrazinecarbodithioate. *Journal of molecular structure*, 1220, 128715).

Parr, R. G. (1989). Density functional theory of atoms and molecules. In Horizons of Quantum Chemistry: *Proceedings of the Third International Congress of Quantum Chemistry Held at Kyoto, Japan, October 29-November 3, 1979* (pp. 5-15). Dordrecht: Springer Netherlands).

Rafaat, M. S. (2022). *Evaluation Biological Activity of 1, 2, 4-Triazole Mannich Base* (Doctoral dissertation, Firat University.

Roman, G. (2015). Mannich bases in medicinal chemistry and drug design. *European journal of medicinal chemistry*, 89, 743-816

Srivastava, S., Tripathi, A. C., & Yadav, M. (2025). Mannich base derivatives in neurological disorders: A comprehensive review with SAR approach. *Journal of Molecular Structure*, 1343, 142669.

Tian, C., Qiang, X., Song, Q., Cao, Z., Ye, C., He, Y., ... & Zhang, L. (2020). Flurbiprofen-chalcone hybrid Mannich base derivatives as balanced multifunctional agents against Alzheimer's disease: Design, synthesis and biological evaluation. *Bioorganic chemistry*, 94, 103477.

Toma, A., Hapău, D. E. N. I. S. A., Naghi, M., Vlase, L., Mogoşan, C. R. I. S. T. I. N. A., & Zaharia, V. (2013), Heterocycles 34. Synthesis and anti-inflammatory activity of new polyheterocyclic Schiff bases and Mannich bases. *Stud. Univ. Babeş-Bolyai Ser. Chem*, 2, 93-104

Tramontini, M., & Angiolini, L. (1994). *Mannich bases-chemistry and uses* (Vol. 5). CRC press.

Tugrak, M., Gul, H. I., Bandow, K., Sakagami, H., Gulcin, I., Ozkay, Y., & Supuran, C. T. (2019). Synthesis and biological evaluation of some new mono Mannich bases with piperazines as possible anticancer agents and carbonic anhydrase inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, 90, 103095.

Wolinski, K., Hinton, JF., Pulay, P. (1990). Efficient implementation of the gauge-independent atomic orbital method for NMR chemical shift calculations. Journal of the American Chemical Society, 112(23): 8251-8260.

DFT COMPUTATIONAL STUDIES OF 1-ACETYL-3-METHYL-4-(3-METHOXY-4-ACETOXY BENZYLIDENE AMINO)-4,5-DIHYDRO-1*H*-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE

Sevda MANAP

Kafkas University, Department of Chemistry

ORCID: 0000-0002-5025-9622

Gül KOTAN

Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Vocational School, Kafkas University, Kars, Turkey

ORCID: 0000-0002-4507-9029

Haydar YÜKSEK

Kafkas University, Department of Chemistry

ORCID: 0000-0003-1289-1800

ABSTRACT

A new Schiff base, 1-Acetyl-3-Methyl-4-(3-Methoxy-4-Acetoxy Benzylidene Amino)-4,5-Dihydro-1*H*-1,2,4-Triazol-5-One (AMMAB), was obtained from condensation reaction a acetylation of acetic anhydride with 3-Metil-4-(3-metoksi-4-hidroksibenzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4- triazol-5-on. Some theoretical calculations of this newly synthesized molecule were made in accordance with the Density Functional Theory (DFT) procedure. For this purpose, the three-dimensional structure of the molecule was drawn with the Gauss view 5.0 program. After obtaining the most stable structure of the molecule, its optimized form, its geometric (bond angle, bond length), electronic (electron affinity (A), ionization potential (I), electronegativity (χ), global hardness (η), electrophilicity index (ω), nucleophilic index (IP), chemical potential (μ), and global softness (S)) and thermodynamic (heat capacity CV^0, entropy S^0 and enthalpy H^0) properties were calculated using the B3LYP function and the 6-311G(d,p) basis set of the Gaussian 09 program. The highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) values, visual shapes and E_{LUMO}-E_{HOMO} energy gap (ΔE_g) were calculated. In addition, the molecular electrostatic potential map (MEP), Mulliken charges, dipole moment, total energy, Non-linear optical (NLO) analysis, structure activity relationship (SAR) of the newly synthesized molecule were also investigated theoretically. Some theoretically calculated parameters were compared with experimental data. One of the aims of this study is to investigate whether theoretical data support experimental data.

Key Words: 1,2,4-Triazol-5-one, DFT, Gaussian 09, NLO, MEP.

INTRODUCTION

Schiff base has an important place among heterocyclic compounds. It was Hugo Schiff who created the Schiff bases, a German scientist, in 1864 (Qin et al., 2013). Schiff bases are compounds with the imine group (-R2C = NR', R' ≠ H) that are created via condensation between active carbonyl compounds and primary amines (Salihović, et al., 2021). Schiff bases are a unique structural class that is obtained under mild conditions, has different molecular structures, and is characterized in a wide range of applications and has been studied in many areas. Schiff bases and their derivatives have been the subject of many studies such as antimicrobial and antioxidant activities (da Silva et al., 2011; Gören et al., 2024; Zoubi, 2013), theoretical studies (Kotan et al., 2022; Munawar et al., 2024; Yüksek et al., 2017), molecular dynamics and docking studies (Harmankaya et al., 2025), anticancer agents (Toraman et al., 2025). In this study, some quantum chemical calculations were performed on the B3LYP functional with the 6-311G(d,p) level basis set of the density functional theory (DFT) of the AMMAB compound recorded in the literatüre (Manap, 2009). This study is important in terms of including theoretical calculations supporting the experimental properties of the previously synthesized triazole derivative compound. Many properties of the molecule such as electronic, geometric, thermodynamic, NLO, MEP, FMO, SAR have been calculated theoretically by using the 6-311G(d,p) basis set and B3LYP function of the DFT approach (Frisch, et al., 2009; Wolinski, et al., 1990), which gives remarkable results in quantum chemical calculations.

MATERIALS AND METHODS

Calculate Methods

Density functional theory (DFT) was used to do the quantum chemistry computations utilizing 6-311G (d,p) basis sets using the Gaussian 09W application package on a computer system. First, the theoretical methods was used to optimize the compound (Wolinski, et al., 1990; Frisch, et al., 2009). Consequently, the compound's most stable geometrical conformer was acquired. The compound's mulliken charges, geometric (bond lengths, bond angles), HOMO-LUMO energy, NLO analysis, SAR, electronic parameters, molecular electron potantial map were computed and were shown.

RESULT AND DISCUSSION

Computational Details

First, the molecular structure of the AMMAB was drawn with the Gaussview 0.5 program (Dennington, 2009). The numbered visual of the optimized is present in Figure 1.

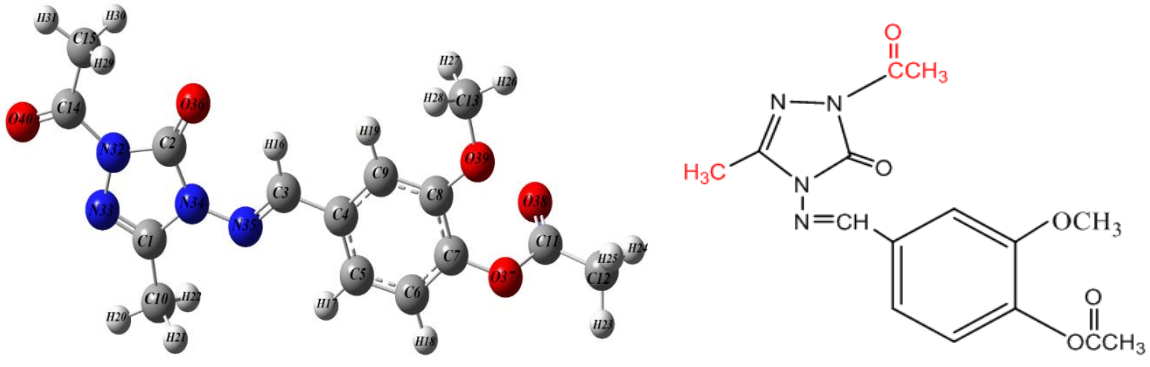


Figure 1. The Gaussview and molecular structure of the molecule

Mulliken Population Calculations

Given that the dipole moment is affected by atomic charges, electronic structure, and many other molecular system features, Mulliken atomic charges computation is crucial to the quantum chemical computations applied to molecular systems (Mulliken, R. S. 1955; Sidir, et al., 2010). The distribution of charges among the atoms indicates that donor and acceptor pairs are formed as a result of the charge transfer inside the molecule (Fliszár, 2012). In the Figure 2 display the mulliken atomic charges for the compound that were determined at the in gas-phase. When the Mulliken charges of the molecule are examined, the charges of the electronegative atoms of nitrogen (N32-N35) and oxygen (O36-O40) are negative, while all protons (H16-H31) are positively charged.

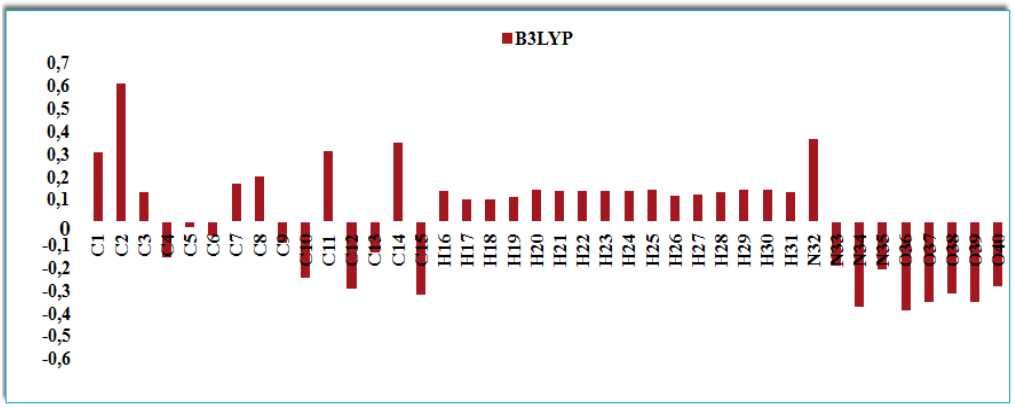


Figure 2. The calculated mulliken charge data

SAR Study

The theoretical density of the molecule is calculated by first calculating the theoretical mass and volume. Biological activity is determined by comparing the magnitude of the calculated density value with the LUMO value and antimicrobial activity of the molecule. The smaller the density and LUMO value, the greater the biological activity of that molecule. The volume value was calculated as 237.43 cm3/mol, the mass as 332.11 amu, and accordingly the density value was found to be 1.39. The Lumo value is -2.00.

Calculated Geometric Properties

The bond angles and lengths of the acetyl derivative Schiff base compound were calculated with same method and are presented in Table 1. When the angle values between the atoms in the molecule were calculated, the highest angle value was found to be 129.84^{o} between the atoms N(36)-C(2)-N(32) and the lowest bond angle was found to be 102.17^{o} in N(32)-C(2)-N(34). The double bonds have C^{3}=N^{35} (1.28 Å), C^{2}=O^{36} (1.21 Å), C^{14}=O^{40} (1.43) in the molecule. The bond lengths recorded in the literature are C-N (1.47 Å) and C=N (1.28 Å). Experimental data and theoretically calculated values are in good agreement with each other.

Table 1. The calculated geometric parameters with B3LYP 6-311G(d,p) of the molecule

Bond Angles	B3LYP	Bond Angles	B3LYP	Bond lengths	B3LYP	Bond lengths	B3LYP
N33-C1-N34	111.892	C6-C7-O37	119.308	C1-N33	1.290	C13-H26	1.095
C1-N34-N35	121.130	C7-O37-C11	118.235	C1-N34	1.390	C13-H27	1.094
N32-N33-C1	105.499	O37-C11-O38	123.527	C1-C10	1.484	C13-H28	1.088
C2-N32-N33	112.226	O38-C11-C12	126.938	**N33-N32**	**1.391**	C10-H20	1.088
N32-C2-N34	102.173	O37-C11-C12	109.535	N32-C2	1.397	C10-H21	1.092
C2-N34-C1	108.210	C11-C12-H23	110.441	N32-C14	1.431	C10-H22	1.092
N34-C1-C10	123.176	C11-C12-H24	109.436	C2-N34	1.405	C14-O40	1.431
N32-C2-O36	129.848	C11-C12-H25	109.072	**C2-O36**	**1.214**	C14-C15	1.507
O36-C2-N34	127.979	H23-C12-H24	110.532	**N35-C3**	**1.285**	C15-H29	1.088
C1-C10-H20	108.464	H23-C12-H25	107.518	**N34-N35**	**1.372**	C15-H30	1.091
C1-C10-H21	110.788	H24-C12-H25	109.809	C3-C4	1.464	C15-H31	1.091
C1-C10-H22	110.788	C7-C8-O39	116.121	C4-C5	1.398		
H20-C10-H21	109.671	C8-O39-C13	118.477	C5-H17	1.081		
H20-C10-H22	109.680	O39-C13-H26	111.414	C5-C6	1.388		
H21-C10-H22	107.442	O39-C13-H27	111.189	C6-H18	1.083		
N34-N35-C3	119.413	O39-C13-H28	105.705	C6-C7	1.386		
N35-C3-H16	122.054	C7-C8-C9	118.519	C7-O37	1.387		
N35-C3-C4	120.387	O39-C8-C9	125.357	C7-C8	1.405		
H16-C3-C4	117.559	H19-C9-C8	120.186	C8-O39	1.355		
C3-C4-C5	122.624	H19-C9-C4	118.978	C8-C9	1.393		
C3-C4-C9	117.699	N32-C14-O40	119.718	C9-H19	1.082		
C4-C5-H17	119.586	N32-C14-C15	115.822	C9-C4	1.404		
C4-C5-C6	119.630	C14-C15-H29	107.262	O37-C11	1.380		
H17-C5-C6	120.782	C14-C15-H30	111.164	C11-O38	1.195		
C5-C6-H18	121.201	C14-C15-H31	111.167	C11-C12	1.504		
C5-C6-C7	120.509	H29-C15-H30	110.486	C12-H23	1.091		
H18-C6-C7	118.290	H29-C15-H31	110.466	C12-H24	1.087		
C6-C7-C8	120.824	H30-C15-H31	106.338	C12-H25	1.092		

Table 2. Calculated important bond lengths

Bond lengths (Å)	B3LYP	Literatür
N-C	**1.26**	**1.29**
C=O	**1.21**	**1.21**
N35=C3	**1.28 Å**	**1.28**
N-N	**1.37**	**1.38**
In the phenyl ring C-C	**1.40**	**1.40**
In the phenyl ring C-H	**1.08**	**1.08**

Thermodynamic calculations

One of the most crucial aspects of thermochemical characteristics is heat production. The majority of organic compounds have unknown heat generating values. The significance of quantum chemical computations is increased by the difficulty of examining heat effects. The analysis of organic compound reaction processes frequently makes use of thermodynamic quantum chemical data (Jayaprakash, et al., 2011). The energies (205.54 Kcal/mol) , entropy (169.56 Cal/mol-K), ZPVE data (190,68 Kcal/mol) the thermal correction to energy (C^0p,m) (0.327), and thermal correction to Gibbs Free Energy (H^0m) (0.247) and thermal correction to enthalpy (S^0m) (0.328)" of target molecule, respectively were calculated and were summarized in Table 3.

Table 3. The thermodynamic parameters calculated with DFT

	B3LYP		B3LYP
Rotational temperatures (Kelvin)		Entropy S(cal/mol-K)	
A	0.03149	Translational	43.296
B	0.00394	Rotational	35.637
C	0.00357	Vibrational	90.635
Rotational constants (GHZ)		Total	169.569
A	0.65605	Zero-point correction (Hartree/Particle)	0.303882
B	0.08209	Thermal correction to Energy	0.327560
C	0.07445	Thermal correction to Enthalpy	0.328505
Thermal Energies E(kcal/mol)		Thermal correction to Gibbs Free Energy	0.247937
Translational	0.889	Sum of electronic and zero-point Energies	-1176.339736
Rotational	0.889	Sum of electronic and thermal Energies	-1176.316057
Vibrational	203.770	Sum of electronic and thermal Enthalpies	-1176.315113
Total	205.547	Sum of electronic and thermal Free Energies	-1176.395681
Thermal Capacity CV(cal/mol-K)		Zero-point vibrational energy (Kcal/mol)	190.68865
Translational	2.981		
Rotational	2.981		
Vibrational	79.624		
Total	85.585		

FMOs Analysis and Calculation of Electronic Parameters

In quantum chemistry, LUMO and the HOMO are crucial variables. The HOMO denotes the capacity to give an electron, whereas the LUMO, or electron acceptor, denotes the ability to receive one. The ΔEg value, helps to elucidate chemical reactivity and the kinetic stability of the molecule. Red and green, respectively, stand for the positive and negative phases (Rocha, et al.,2015) . The LUMO and HOMO energy values of the AMMAB were calculated as -2.00 eV, -6.31 eV and the energy difference was 4.31 eV, respectively, were shown in the Figure 3. Using all these energy values, the electronic parameters were calculated with dft 6-311 G(d,p). Using all these energy values, the electronic values of the molecule were calculated and are presented in Table 4.

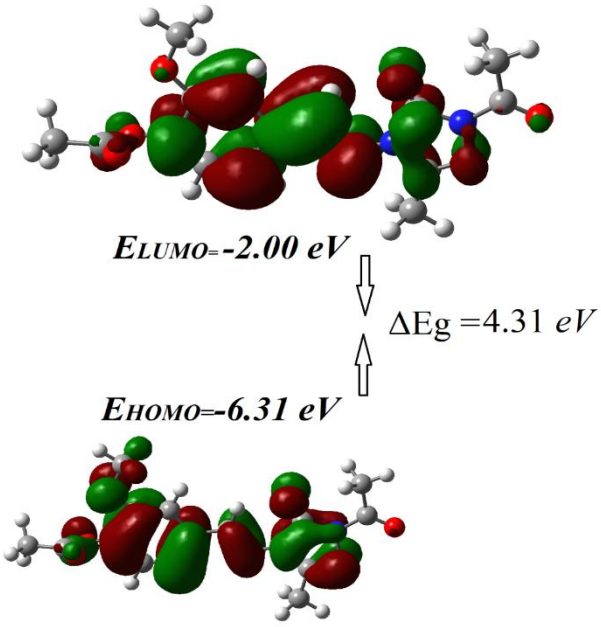


Figure 3. The HOMO-LUMO energy data and energy differ value

Table 4. The calculated some electronic parameters

		Hatree	ev	kcal/mol	KJ/mol
LUMO		-0.07375	-2.00679	-46.2783	-193.631
HOMO		-0.23225	-6.31969	-145.738	-609.772
Electron Affinity	**A**	0.07375	2.00679	46.2783	193.631
Ionization Potential	**I**	0.23225	6.31969	145.738	609.772
Energy Gap	**ΔE**	0.1585	4.3129	99.4592	416.142
Electronegativity	**X**	0.153	4.16324	96.008	401.702
Chemical Potential	**Pi**	-0.153	-4.16324	-96.008	-401.702
Electrophilic Index	**Ω**	0.000927582	0.02524	0.58206	2.43537
Nucleophilic Index	**IP**	-0.01212525	-0.32994	-7.60863	-31.8348
Molecular Softness	**S**	12.6183	343.353	7918.02	33129.3
Molecular Hardness	**H**	0.07925	2.15645	49.7296	208.071

MEP Study

When examining the molecular structure and the links between its physiochemical properties, the MEP mapping is a highly helpful tool. In the MEP map, the green color represents the neutral structure, while the red and blue regions represent the areas with positive and negative potentials, which stand for the areas that are electron-deficient and electron-rich, respectively. (Touafri, et al., 2017). The MEP map of the Schiff base compound, an acetyl derivative, was obtained visually with dft and the electropositive and electronegative regions of the molecule were determined by looking at this electrostatic MEP map. Accordingly, As seen in Figure 4, the region where the oxygen atoms are located is red, and the area around the hydrogen atoms is blue-yellow.

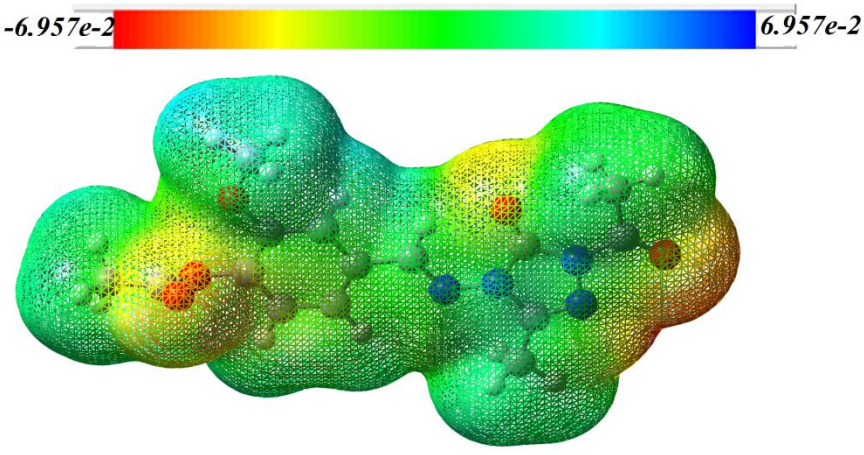


Figure 4. The MEP map

NLO Study

Organic materials have been used more often as NLO materials in recent years, as determined by computational theoretical methods by checking the NLO properties of some organically synthesized molecules. Since they are used to construct high-speed devices, compounds with high nlo are of significant interest to the study of nonlinear optics (Johansson, et al., 2018, Valverde, et al., 2019). To investigate whether the studied molecule has NLO properties,

polarized and hyperpolarized numerical data were calculated and compared with the same values of urea used as a reference substance in the NLO analysis. The values for urea are; $\Delta\alpha$:=2.13568262x10^{-24} esu, α_{total}= 5.07643717x10^{-24} esu and β_0= 7.2228469891x10^{-31} esu. The NLO data of the studied molecule are as follows; The total static dipole moment μtotal= 5.3204 debye, average linear polarizability α= 34.221x10^{-24} esu, anisotropy of polarizability $\Delta\alpha$= 32.079x10^{-24} esu and initial hyperpolarizability βtotal= 0.5246x10^{-31} esu. Accordingly, α, $\Delta\alpha$, β_0 values are approximately 7, 16, and 14 times the values of urea, respectively.

Table 5. The calculated NLO data

	B3LYP		**B3LYP**
E_{total}	-1176.64361758 a.u.	β_{xxx}	-514.6341597
μ_x	-5.0138	β_{xxy}	-186.6844561
μ_y	0.9122	β_{xyy}	-176.0356572
μ_z	-1.5288	β_{yyy}	72.7 418727
μ_{Toplam}	**5.3204 Debye**	β_{xxz}	54.4134348
αxx	362.8705301	B_{xyz}	1.8719511
αxy	-1.7093725	B_{yyz}	-26.7463178
αyy	215.5161564	β_{xzz}	84.6516998
αxz	-5.2416806	β_{yzz}	-45.255351
αyz	-3.0066779	B_{zzz}	-9.16999
αzz	114.3519721	β_{total}	**0.5246x10^{-31}esu**
α_{total}	**34.221x10^{-24} esu**		
Δα (esu)	**32.079x10^{-24} esu**		

CONCLUSIONS

In the study, the molecule's mulliken charges, bond angles/ lengths, HOMO-LUMO energies, thermodynamics, electronic parameters, NLO, SAR analysis were performed. Biological activity evaluation can be done with SAR analysis. Chemical reactivity of the molecule was determined with FMOs Calculation and numerical data of many electronic parameters were reached using this energy difference value. Electrophilic and nucleophilic regions were determined with MEP analysis. Polarization and hyperpolarization values were calculated with non-linear optic analysis and it was thought that the molecule could be in a non-linear material structure by comparing it with the urea reference material.

REFERENCES

Da Silva, C. M., Da Silva, D. L., Modolo, L. V., Alves, R. B., de Resende, M. A., Martins, C. V., & de Fátima, Â. (2011). Schiff bases: A short review of their antimicrobial activities. *Journal of Advanced research, 2*(1), 1-8.

Dennington, R., Keith T., Millam (Eds.). (2009). J. GaussView, Version 5, Semichem Inc., Shawnee Mission KS.

Fliszár, S. (2012). *Charge distributions and chemical effects: a new approach to the electronic structure and energy of molecules*. Springer Science & Business Media

Jayaprakash, A., Arjunan, V., Jose, S. P., & Mohan, S. (2011). Vibrational and electronic investigations, thermodynamic parameters, HOMO and LUMO analysis on crotonaldehyde by ab initio and DFT methods. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *83*(1), 411-419

Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Mennucci, B., Petersson, G. A., Nakatsuji, H., Caricato, M., Li, X. et al., (2009). Gaussian 09. Revision C.01. Gaussian. Inc. Wallingford. CT.

Gören, K., Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2024). Synthesis, Antimicrobial and Antioxidant Activities of 3-Alkyl(aryl)-4-(3-methoxy-4-hydroxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one Derivatives. *Chemistry Africa*, *7*(10), 5273-5289. https://doi.org/10.1007/s42250-024-01139-2.

Harmankaya, A., Medetalibeyoğlu, H., Buğra Ortaakarsu, A., Atalay, A., Manap, S., Koca, E., Yıldız, Ç., Köçek, N., & Yüksek, H. (2025). Novel 2-methoxy-4-(((3-methyl-5-oxo-1,5-dihydro-4*H*-1,2,4-triazol-4-yl)-imino)-methyl)-phenyl benzoate as a potential drug candidate: Synthesis, spectroscopy, TD-DFT, NBO, TDM, FMO, MEP, molecular docking, and molecular dynamics studies. *Journal of Molecular Structure*, *1338*, 142286. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2025.142286.

Johansson, P. K., Schmüser, L., & Castner, D. G. (2018). Nonlinear optical methods for characterization of molecular structure and surface chemistry. *Topics in catalysis*, *61*, 1101-1124.

Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2022). Synthesis, Characterization, Antioxidant and DFT Studies of Some Novel Schiff Base Compounds. *Journal of Computational Biophysics and Chemistry*, *21*(1), 47-63.

Manap, S. (2009). Bazı yeni 3-alkil(aril)-4-(3,4-disubstituebenzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1, 2, 4-triazol-5-on türevlerinin sentezi, yapılarının aydınlatılması, antioksidan ve asitlik özelliklerinin incelenmesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kars*.

Mulliken, R. S. (1955). Electronic population analysis on LCAO–MO molecular wave functions. I. *The Journal of Chemical Physics*, 23(10), 1833-1840.

Munawar, K. S., Ali, S., Shafiq, I., Ashfaq, M., Tahir, M. N., Haq, S., Alhokbany, N., & Ahmed, S. (2024). Synthesis of a new hydrazone-based schiff base: Spectroscopy, single crystal, DNA binding and theoretical studies. *Journal of Molecular Structure*, *1308*, 137979. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.137979.

Ocak, N., Çoruh, U., Kahveci, B., Şaşmaz, S., Vázquez-López, E. M., & Erdönmez, A. (2003). 1-Acetyl-3-(p-chlorobenzyl)-4-(p-chlorobenzylidenamino)-4, 5-dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-one. *Structure Reports*, *59*(6), 750-752.

Qin, W., Long, S., Panunzio, M., & Biondi, S. (2013). Schiff Bases: A Short Survey on an Evergreen Chemistry Tool. *Molecules*, *18*(10), Article 10. https://doi.org/10.3390/molecules181012264.

Rocha, M., Di Santo, A., Arias, J. M., Gil, D. M., & Altabef, A. B. (2015). Ab-initio and DFT calculations on molecular structure, NBO, HOMO–LUMO study and a new vibrational analysis of 4-(Dimethylamino) Benzaldehyde. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *136*, 635-643.

Salihović, M., Pazalja, M., Halilović, S. Š., Veljović, E., Mahmutović-Dizdarević, I., Roca, S., ... & Trifunović, S. (2021). Synthesis, characterization, antimicrobial activity and DFT study of some novel Schiff bases. *Journal of molecular structure*, *1241*, 130670.

Sidir, I., Sidir, Y.G., Kumalar, M., Tasal, E. J. (2010). Mol. Struct., 964, p. 134.

Toraman, G. Ö., Bayrakdar, A., Oğuz, E., Beytur, M., Türkan, F., Manap, S., Aras, A., & Yüksek, H. (2025). Synthesis, characterization of novel mannich bases and their acetylcholinesterase and glutathione S-transferase inhibitory properties: An in vitro and in silico mechanism research. *Journal of Molecular Structure, 1321*, 139733. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.139733.

Touafri, L., Hellal, A., Chafaa, S., Khelifa, A., & Kadri, A. (2017). Synthesis, characterisation and DFT studies of three Schiff bases derived from histamine. *Journal of Molecular Structure, 1149*, 750-760

Ustabaş, R., Çoruh, U., Sancak, K., Uenver, Y., & Vazquez-Lopez, E. M. (2007). 1-(Benzoylmethyl)-4-[(2, 4-dichlorobenzylidene) amino]-3-(2-thienylmethyl)-4, 5-dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-one. *Structure Reports, 63*(6), 2982-2983.

Valverde, C., Ribeiro, Í. N., Soares, J. V. B., Baseia, B., & Osório, F. A. (2019). Prediction of the linear and nonlinear optical properties of a Schiff base derivatives via DFT. *Advances in Condensed Matter Physics, 2019*(1), 8148392.

Wolinski, K., Hinton, JF., Pulay, P. (1990). Efficient implementation of the gauge-independent atomic orbital method for NMR chemical shift calculations. Journal of the American Chemical Society, 112(23): 8251-8260.

Yüksek, H., Kotan, G., Medetalibeyoğlu, H., Gürbüz, A., & Alkan, M. (2017). B3LYP ve HF Temel Setleri Kullanılarak Bazı 3-Alkil-4-(2-asetoksi-3-metoksibenzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol5-on Bileşiklerinin Deneysel ve Teorik Özelliklerinin İncelenmesi. *Celal Bayar University Journal of Science, 13*(1), Article 1. https://doi.org/10.18466/cbayarfbe.302658

Zoubi, W. A. (2013). Biological Activities of Schiff Bases and Their Complexes: A Review of Recent Works. *International Journal of Organic Chemistry, 3*(3), Article 3. https://doi.org/10.4236/ijoc.2013.33A008

ÂŞIK ŞENLİK'İN "BEYLER" ŞİİRİNDE BEDDUALAR (KARGIŞLAR)

IMPRECATIONS (CURSES) IN THE POEM "BEYLER" BY ÂŞIK ŞENLİK

Dr. Öğr. Üyesi Özlem YILDIRIM KOÇ

Kafkas Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü

ORCID NO: 0000-0001-7045-1286

ÖZET

Atasözleri, deyimler, argo kelimeler, ikilemeler gibi bir dilin söz varlığına katkı sağlayan önemli unsurlardan biri de alkışlar (dualar) ve kargışlar (beddualar) dır. Bir milletin kültürünün yapı taşlarını oluşturan söz varlığı unsurları içerisinde önemli bir yere sahip olan dualar ve beddualar yaşanılan coğrafyaya, bölgeye ve yöreye göre değişkenlik gösteren dil unsurları olarak da ayrı bir anlam ve önem arz etmektedirler. Ayrıca Türk halk kültürünün birer değeri olan âşıklarımız, içinde yetişmiş oldukları toplumların ağız özelliklerini deyişlerine yansıtarak mensubu oldukları dile ve o dilin söz varlığına önemli katkılar sunmuşlardır. Bir dilin söz varlığının zenginliği âşıkların deyişlerinde ortaya çıktığı gibi âşıkların deyişlerinde ustalıkla kullanmış oldukları söz varlığı unsurları da dile ve o dilin söz varlığına çok büyük ve önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle duygu ile düşüncelerin dile getirilişinde içtenliği ve samimiyeti yansıtan ve aslında ileri derecede anlam derinliğine sahip olan beddualar (kargışlar) özellikle işlenmeyi gerektiren söz varlığı unsurlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Âşıkların söz varlığına katkılarının yanı sıra söz varlığının da âşıkların deyişlerinde oluşturduğu zenginlik, incelik ve derinlik neredeyse birbirini tamamlayan iki ayrılmaz parçayı oluşturmaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada deyişleriyle içinde yetiştiği toplumun duygularına, düşüncelerine ışık tutmuş, mensubu olduğu dilin söz varlığını ustalıkla kullanmış önemli âşıklarımızdan Âşık Şenlik'in "Beyler" adlı şiirinde geçen beddualar (kargışlar) incelenmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Söz varlığı, kargışlar (beddualar), Âşık Şenlik, Beyler şiiri.

ABSTRACT

One of the important elements that contribute to the vocabulary of a language, such as proverbs, idioms, slang words, and reduplication, is acclamations (prayers) and imprecations (curses). Prayers and curses, which hold an important place among the elements of vocabulary that constitute the pillars of culture of a nation, have a distinct significance and importance as language elements that vary according to the geography, region, and locality in which they live. Moreover, our minstrels—one of the values of Turkish folk culture—have made important contributions to the language they have been raised and to the vocabulary of that language by reflecting the dialectal features of the societies in which they have been raised on their sayings. As the abundance of the vocabulary of a language is manifested in the sayings of minstrels, the elements of vocabulary that minstrels use skilfully in their sayings also contribute greatly and significantly to the language and the vocabulary of that language. In particular, the curses (imprecations), reflecting intimacy and sincerity in the expression of feelings and thoughts and actually having a great depth of meaning, appear to be one of the elements of vocabulary that require special attention. Besides the contributions of minstrels to the vocabulary, the wealth, subtlety, and depth established by the vocabulary in the sayings of minstrels constitute two

inseparable parts that almost complement each other. Therefore, this study aims to analyse the curses (imprecations) in the poem “Beyler” by Âşık Şenlik, one of our important minstrels who shed light on the feelings and thoughts of the society in which he was raised and skilfully employed the vocabulary of the language to which he belonged.

Key Words: Vocabulary, imprecations (curses), Âşık Şenlik, Beyler poem.

GİRİŞ

Bir milletin kültürünün önemli yapıtaşlarından olan dualarda/alkışlarda ve beddualarda/kargışlarda o milletin yüzlerce, binlerce yıl eskilere dayanan sözlerinin izleri görülür. Bu nedenle dualar/alkışlar ve beddualar/kargışlar bir milletin değer yargılarını, kültürel özelliklerini, durumlara ve olaylara bakış açılarını yansıtan önemli söz varlığı unsurlarındandır. Türkçenin söz varlığı içinde önemli bir yeri olan bu unsurlar kültürümüzün temsilcisi olan şair, yazar ve ozanlarımızın söyleyişlerinde ve yazılarında yer bularak onların sanatına güç katmış ve bu sayede de Türkçenin zenginliğine ve gücüne katkıda bulunmuştur. Dolayısıyla hem kültürümüz hem de dilimiz açısından bu kadar önemli olan bu unsurların işlenmesi gerekmektedir düşüncesiyle bu çalışmada Çıldırlı Âşık Şenlik Divanı’ında yer alan Aşık Şenlik’in “Beyler” şiirinde yoğun olarak kullanılan beddualar/kargışlar incelenmiştir. Çalışmanın ana konusuna geçmeden önce beddualar/kargışlar hakkında bilgi vermek çalışmanın özünü anlamak açısından yararlı olacaktır düşüncesindeyiz.

Beddualar/Kargışlar

Eski Türkçede alka- (övmek,, methetmek), karga- (beddua etmek) fiillerinden türetilen dualar/alkışlar ve beddualar/kargışlar insanoğlunun toplum bilinciyle yaşamaya başlamasından bu yana var olduğunu tahmin ettiğimiz sözlü kültür içerisinde önemli bir yere sahip olan sözlü anlatım türlerinden biri olmuş ve daima varlığını sürdürmüştür (Sevinçli, 2016: 99). İnsanlar ilişkilerinde yapılan iyilik ve kötülüklere kimi zaman sözler aracılığı ile tepki vermeye ihtiyaç duymaktadır. İşte tam bu noktada bu tepkiler karşımıza dua ve beddua olarak çıkmaktadır. Beddualar, çaresiz, acı çeken ya da herhangi bir kötülüğe maruz kalan insanın kendini rahatlatmak, acısını dindirmek amacıyla söylediği çok da iyi olmayan yani kötü düşünceleri ve istekleri barındıran sözün gücüne güç katan, ifadeyi zenginleştiren kalıplaşmış sözler olarak tanımlanabilir. Beddualar Anadolu’nun çeşitli yerlerinde ah, bedat, ilenç, inkisar, kargış, karış ve lanet gibi ifadelerde de adlandırılmaktadır. Çeşitli konular ile ilgili söylenmiş çok farklı beddua türleri bulunduğundan dolayı beddualar da kendi içinde farklı yapı ve özellikler taşımaktadırlar (Türk Dünyası Edebiyat Tarihi, 2003:131-144). Şimdi “Beyler” şiirinde geçen bedduaları/kargışları inceleyelim.

Beyler Şiiri

Karakale Çamdıra yan yana dursun

Godamıh köylerden bir haber versin

Görem o Başköy’ü verana dönsün

Taşı taş üstüne kalmasın beyler

Dua (alkış)/beddua (kargış) sadece insana edilecek söylemler değildir. Mesela bir kentin helak olması için kötü bir söylemde bulunulabileceği gibi toprağın bol ve verimli ürün vermesi için iyi

söylemlerde de bulunulabilir (Savcı-Öztürkmen-Apak-Zerkinli-Uygur-Gümüş-Bektaş-Aksüt-Makine-Yardımcı, 2023: 337). Bu açıdan değerlendirdiğimizde dörtlükte bir yer için kötü söylemlerde ve dileklerde bulunulduğu beddua/kargış yapıldığı görülmektedir. Âşığın bu yere karşı olumsuz duygular içinde olduğu dikkat çekmektedir.

Çifttendi Cambazlar sıralı dursun
Kış günü Gagacın suyu kurusun
Gölün dalgası Ağcakala'ya vursun
Yolunuz Cala'ya uğrasın beyler

Bu dörtlükte yine belirli mekânlara beddua/kargış yapıldığı görülürken son mısrada ise buna ek olarak Âşığın yolunuz Cala'ya düşsün ifadesiyle aynı zamanda bir beklentisini dile getirdiği dikkat çekmektedir.

Uğradık Cala'ya düştü zindana
O âlemden çıkaydık bir yana
Çekilifdi dâra irişti Kızılveren'a
Eyliği her yerde söylensin beyler

Bu dörtlük incelendiğinde direkt bir bedduanın/kargışın olmadığı görülmektedir. Ancak şiir genel olarak değerlendirildiğinde bir beddua/kargış havasının hakim olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu beyitte de şairin üstü kapalı bir şekilde de olsa olumsuz söylemleri dile getirdiği kanaatine varmaktayız. Son mısradaki eyliği/iyiliği her yerde söylensin ifadesinde iyilik kelimesinin aslında tam zıttı olan kötülük kavramına işaret ettiği anlaşılmaktadır ve şiirdeki genel söylemlerden dolayı okuyanda bedduayı/kargışı çağrıştıran bir ifade olarak kullanılmaya çalışıldığı dikkat çekmektedir.

Kaverman'ın düz ovası ekilsin
Kervanları bölük bölük çekilsin
Görem Daşbaşı'nı göle tökülsün
Ağları düşman doğrasın beyler

Bu dörtlükte de yine belirli yerlere karşı olumsuz söylemlerin dile getirilmesi suretiyle açık bir biçimde beddua/kargış edildiği görülmektedir. Olumsuz söylemler âşığın bahsi geçen yerler karşı bir öfkesinin, kırgınlığının, kızgınlığının ya da çaresizliğinin olduğunu ortaya koyarken onun ruh hali hakkında da okuyana ip uçları verir niteliktedir.

Daşköprü deyilen bir ufak köydü
Lele oğlu Hak için hanadan öydü
Haklar var hep birbirinden eydi

Onları da Mevla'm saklasın beyler

Bu dörtlükte olumsuz söylemlerden yani beddua/kargış söylemlerinden ziyade daha çok yapılan betimlemeler dikkat çekmektedir. Şiirdeki genel beddua/kargış havasının aksine özellikle son mısrada âşığın aksini düşündürtmeyecek biçimde duayı/alkışı kullandığı dikkat çekmektedir. Şöyle ki dualar/alkışlar iyi dilekleri içeren kalıp sözler olarak teslimiyeti, inanmışlığı ve ümidi yansıtırlar (İçel, 2009: 19). Zaten şiirlerinde genel olarak insanlar için iyi dileklerde bulunan âşığın bu dörtlükte bu yönünü ve tavrını devreye soktuğu görülmektedir. Ancak Şenlik de her beşer gibi sinirlendiğinde ya da aciz kaldığı zamanlarda yer yer bedduaya/kargışa da sığınmaktadır. Beyler şiiri de bu durumun bir örneğidir.

Geldik Pehreşene gölün sazağı

Sanki hucum etti Urus Gazağı

Gettiler önüme sulu pazağı

Onları da hastalık yoklasın beyler

Bu dörtlükte yine âşığın vardığı yeri beğenmeme ve önüne getirilen yemekten memnun olmama neticesinde olumsuz söylemlerde bulunarak beddua/kargış ettiği dikkat çekmektedir.

Sakın Meredis'ten kaçın Urta'dan

Urta'da çok olar adam ürküden

Eyifli Senemli bir ışıklıdan

Gerisini ecel peklesin beyler

Ölüm tüm insanların yanı başında cereyan eden onlara bir nefes kadar yakın olan bir gerçekliktir. Ölüm hakkındaki bilgilerimiz tecrübe kaynaklı olmasa da ölümün kendisi aslında tecrübelerimizin bir sonudur. Türkçede ölüm ile ilgili deyimler ve atasözleri de bulunmaktadır (Özavşar, 2021: 110-111). Söz varlığımızın önemli unsurlarından olan deyimlerde ve atasözlerinde kendine yer bulan ölüm metaforu yine söz varlığımız için çok önemli olan beddualarda/kargışlarda da kendine yer bulmuştur. Âşık Şenliğin de bu dörtlükte ecel/ölüm metaforunu kullanmak suretiyle duygu ve düşüncelerini aktarmada yarattığı etki aynı zamanda onun söz varlığını kullanmadaki ustalığı açısından oldukça dikkat çekmektedir.

Sordum demediler Goravel hara

Purut'ta çekilif yoldan kenara

Zurzunalı dönüf azgın şahmara

İşiz hükümete düşmesin beyler

Bu dörtlükte şairin yapmış olduğu betimlemeler, onun dili kullanmadaki ustalığının yanında duygu ve düşüncelerini yansıtmadaki başarısı bakımından da çok değerlidir. Bu dörtlükte yine olumsuz söylemlerin varlığı da oldukça dikkat çekmektedir.

Biçare Köğası çekerler dâra
Çekilip kuzeye Zinzalı kara
Göründü gözüme azim Suhara
Ayagız köyler düşmesin beyler

Şenlik dolaştı yirmi iki kenti
Kimi sözümden kanmadı kimisi kandı
Yaptılar dubara kurdular fendi
Yolunuz gurbete düşmesin beyler

Son iki dörtlük incelendiğinde şiirin genelinde yapılan beddualarla/kargışlarla şairin içindeki öfkeyi ve kızgınlığı biraz daha bastırdığı görülmektedir. Çünkü diğer beyitlerdeki keskin olumsuz söylemlerin bu iki beyitte biraz daha yumuşadığına ve şairin de daha sakin bir ruh haline büründüğüne şahit olmaktayız. Şairin bu iki dörtlükte daha çok temennilerde bulunduğu dikkat çekmektedir.

SONUÇ

Türk kültürü açısından oldukça önemli bir yer sahip olan deyimler, atasözleri, alkışlar/dualar, beddualar/kargışlar vb. unsurlar söz varlığımız açısından, dilimizin inceliğini ve zenginliğini yansıtması dolayısıyla oldukça büyük bir yere ve öneme sahiptir. Özellikle beddualar/kargışlar öfkenin ve çaresizliğin ifade edilişinde Türkçenin eski dönemlerinden bugüne kadar birçok eserde ve birçok yazar ve şairin deyişinde rastlanılan kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu duruma çalışmada incelenen Âşık Şenlik'in beyler şiirinde de rastlamaktayız. Âşığın, kızgınlık ve öfke gibi duygularını beddualarla /kargışlarla ortaya koyarken yarattığı heyecan ve coşkunun şiirin tamamında yarattığı hakimiyet özellikle dikkat çeken bir unsur olarak görülmektedir. Şairin bu şiirde, beddua/kargış unsurunda ecel/ölüm metaforunu kullanarak söz varlığının da gücünden faydalanmak suretiyle ifadesine nasıl bir estetik değer kattığına da ayrıca şahit olmaktayız. Dil açısından beddualarn/kargışların çok önemli olması Şenlik'in "Beyler" şiirini de malzeme verimliliği açısından bu anlamda ayrıca değerli kılmaktadır.

KAYNAKÇA

Alptekin, B.- Coşkun, N. (2006). *Çıldırlı Âşık Şenlik Divanı*, Çıldır: Çıldır Belediyesi Yaınları.

İçel, H. (2009). Çıldırlı Âşık Şenllik'in Şiirlerinde Halk Kültürü Unsurları, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı:1(19), 2009, s.11-29.

Özavşar, R. (2021). Ölümü Kavramsallaştırma Ya Da Anlamlandırma: Ölümle İlgili Deyimlerde Kavramsal Metafor Ve Metanimiler, *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 26 (13), 2021, s.108-120.

Savcı, E. B.-Öztürkmen, E.-Apak, Tikbaş, F.-Zerkinli, H.-Uygur, H. K.-Gümüş, İ. –Bektaş, N.-Aksüt, S.-Makine, Y.-Yardımcı, Hamarat, Z. (2023). *Türk Halk Edebiyatı*, İstanbul: Alfa Akademi Yayınları.

Sevinçli V. (2016). Türk Kültüründe Alkış/Kargış ve Adilcevaz Örneği, *Türk Dili ve Edebiyatı Dergisi*, Sayı: 52(52), 2016, s.97-125.

Türk Dünyası Edebiyat Tarihi, C. 3. (2003). Türk Dünyası Ortak Edebiyatı Projesi Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları.

İMAR KANUNU VE ARSA VE ARAZİ DÜZENLEME YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA PLANLAMA SÜREÇLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF PLANNING PROCESSES WITHIN THE SCOPE OF THE ZONING LAW AND THE LAND AND PLOT REGULATION

Bahriye DEMİR

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Isparta, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0003-4922-3793

Prof. Dr. Ali Türk

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehircilik Anabilim Dalı, Isparta, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-9934-0915

ÖZET

Yaşanabilir şehirlerin inşasında planlama süreçlerinin doğru, etkin ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi hayati bir öneme sahiptir. Nüfus artışı, kırsal alanlardan kentlere olan göç ve ekonomik gelişmeler doğrultusunda şehirlerin düzenli bir şekilde büyümesi, ancak kapsamlı ve tutarlı bir planlama ile mümkündür. Bu bağlamda, 3194 sayılı İmar Kanunu ile Arsa ve Arazi Düzenleme (AAD) Yönetmeliği, Türkiye'de kentleşme ve arazi kullanımına yönelik temel düzenleyici araçlar olarak kritik bir rol üstlenmektedir. Söz konusu mevzuatlar, planlama süreçlerinin yasal çerçevesini belirleyerek, kamu yararı doğrultusunda mekânsal düzenlemelerin gerçekleştirilmesini hedeflemektedir.

Ancak, mevzuatta yer alan bazı eksiklikler, güncel ihtiyaçlara tam anlamıyla cevap verememekte; uygulama sürecinde karşılaşılan uyumsuzluklar ve belirsizlikler de planlamanın etkili bir şekilde yürütülmesini zorlaştırmaktadır. Özellikle, arazi düzenleme işlemleri ve imar uygulamaları sırasında yaşanan hukuki, teknik ve yönetsel sorunlar, planlama hedeflerinin sahada tam olarak hayata geçirilmesini engellemektedir.

Bu çalışma, gerçekleştirilen imar uygulamaları ışığında, 3194 sayılı İmar Kanunu ile AAD Yönetmeliği'nin planlama süreçleri üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında literatür taraması, mevzuat analizi ve uygulama örneklerinin incelenmesi gibi yöntemler kullanılarak mevcut düzenlemelerin güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, mevzuat değişikliklerinin sahadaki yansımaları analiz edilerek, karşılaşılan sorunlara yönelik somut çözüm önerileri sunulmuştur. Bu bağlamda, mevzuatın daha etkin, uyumlu ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulmasına yönelik adımlar da çalışmada ayrıntılı biçimde ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: İmar Kanunu, Arsa ve Arazi Düzenleme Yönetmeliği, planlama süreci, Mevzuat değişiklikleri

ABSTRACT

The proper, effective, and sustainable management of planning processes is of vital importance in the construction of livable cities. With increasing population, rural-to-urban migration, and economic development, the orderly growth of cities can only be achieved through comprehensive and coherent planning. In this context, Law No. 3194 on Zoning and the Land and Land Readjustment (LLR) Regulation play a critical role as the main regulatory tools governing urbanization and land use in Turkey. These legal frameworks aim to guide spatial planning practices in line with the public interest by defining the legal structure of planning processes.

However, certain deficiencies in the legislation fail to fully meet current needs, and inconsistencies and ambiguities encountered during implementation hinder the effective execution of planning efforts. In particular, legal, technical, and administrative issues experienced during land readjustment procedures and zoning implementations prevent planning objectives from being fully realized on the ground.

This study aims to comprehensively examine the impacts of Law No. 3194 and the LLR Regulation on planning processes through the lens of implemented zoning practices. Research methods such as literature review, legislative analysis, and case study evaluation were employed to assess the strengths and weaknesses of the current regulations. Furthermore, the practical implications of legislative amendments were analyzed, and concrete recommendations were developed to address the identified issues. In this regard, the study outlines detailed proposals for restructuring the legal framework in a more effective, coherent, and sustainable manner.

Keywords: Zoning Law, Land and Plot Regulation (LPR), Planning process,Legislative changes

GİRİŞ

Yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirlerin inşasında imar planları büyük bir rol oynamaktadır. Türkiye'de şehir planlaması, 3194 sayılı İmar Kanunu ve Arsa ve Arazi Düzenleme (AAD) Yönetmeliği gibi mevzuatlar ile düzenlenmektedir. Bu mevzuatlar, imar planlarının yapılması ve arsa ile arazi düzenlemelerinin gerçekleştirilmesi sürecinde önemli bir araçtır. Ancak, uygulamada karşılaşılan eksiklikler ve mevzuatın objektiflikten uzak bazı tanımları, planlama süreçlerini olumsuz etkilemektedir.

İmar planlarının, 25-30 yıllık projeksiyon sürelerine göre kentlerin gelişimini yönlendirdiği dikkate alındığında, bu süreçlerde yaşanacak değişikliklerin kentlerin geleceği üzerindeki etkisi büyüktür. İmar planlarında zaman zaman yapılan değişiklikler veya revizyonlar, sosyal ve teknik altyapı dengesinin korunması açısından dikkatle yapılmalıdır. Bu bağlamda, Arazi ve Arsa Düzenleme Yönetmeliği'nin uygulanması, imar planlarının sağlıklı ve bütüncül bir şekilde yapılmasına katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte, uygulamada karşılaşılan temel sorunlardan biri, imar planlarının belirli çıkarlar doğrultusunda şekillendirilmesi ve kamu yararının genellikle göz ardı edilmesidir. Bu çalışmada, Türkiye'de 3194 sayılı İmar Kanunu ve AAD Yönetmeliği'nin imar uygulamaları üzerindeki etkileri analiz edilecektir. Çalışma, mevzuatın planlama süreçlerine etkisini değerlendirerek, bu sorunlara yönelik çözüm önerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, 3194 sayılı İmar Kanunu ve Arsa ve Arazi Düzenleme Yönetmeliği kapsamındaki planlama süreçlerinde karşılaşılan sorunları analiz etmek ve çözüm önerileri sunmaktır. İmar uygulamaları üzerinden, bu mevzuat değişikliklerinin planlama süreçlerine etkisi ele alınacaktır. İmar Kanunu'na dayalı olarak gerçekleştirilen arsa düzenlemelerinin,

AAD Yönetmeliği çerçevesinde nasıl daha verimli hale getirilebileceği araştırılacaktır. Bu çalışma, yönetmeliklerin daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için öneriler geliştirmeyi hedeflemektedir.

Bu çalışma, İmar Uygulamalarında, 3194 sayılı İmar Kanunu ve Arsa ve Arazi Düzenleme Yönetmeliği'ne dair mevzuat değişikliklerinin etkilerini incelemektedir. Çalışma da planlama süreçlerinde karşılaşılan uyumsuzlukları ve bu uyumsuzlukların giderilmesi için yönetmeliklere daha hakim olunmasının sağlanmasının planlama süreçlerine nasıl katkı sağlayacağına dair değerlendirmeler sunmaktadır

YÖNTEM

Bu çalışmada, imar planları ve bu planlara dair onay sonrası süreçlerde meydana gelen mevzuat değişiklikleri analiz edilmiştir. Çalışmada, nitel ve nicel araştırma yöntemleri kullanılarak, karşılaşılan sorunlar ve bunlara yönelik çözüm önerileri sunulmuştur. Literatür taraması ve uzman görüşleri de sürece dâhil edilmiştir.

KAYNAK ÖZETLERİ

3194 Sayılı İmar Kanunu ve ilgili yönetmeliklerle yapılan düzenlemeler, şehir planlaması ve imar uygulamaları alanında çeşitli çalışmalara konu olmuştur. Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki planlama süreçlerine dair mevcut literatür incelenmiş ve elde edilen veriler şu şekilde özetlenmiştir:

- Yomralıoğlu (1992), "Arsa ve Arazi Düzenlemesi İçin Yeni Bir Uygulama Şekli" başlıklı çalışmasında, imar planlarının plansız gelişmeleri engellemeye yönelik önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, parsel üretimi ve mülkiyet dağılımında daha adil bir yaklaşım gerektiğini ifade etmiştir.
- Erkün (1999), "Türk İmar Hukukunun Ana Çizgileri" adlı eserinde, imar planlarının nesnel hukuk kuralları oluşturma ve uygulanabilirlik açısından düzenleyici bir işlevi olduğunu belirtmiştir.
- Kalabalık (2002), "İmar Hukuku (Planlama, Arsa, Yapı, Koruma)" kitabında, imar planlarının belediye ve mücavir alanlarda kamu yararını gerçekleştirecek şekilde bir hukuki çerçeve oluşturması gerektiğini savunmuştur.
- Meşhur (2008), "Arazi ve Arsa Düzenlemesi Sürecinin Kentsel Mekân Oluşumu Açısından İrdelenmesi" adlı çalışmasında, Türkiye'deki planlama süreçlerinde disiplinler arası işbirliği eksikliklerinin kentsel tasarımda başarısızlıklara yol açtığını vurgulamıştır.
- Yılmaz (2010), "İmar Kanunu'nun 18. Maddesi Çerçevesinde Düzenleme Ortaklık Payı Kavramı ve Uygulamaları" adlı eserinde, düzenleme ortaklık payının doğru bir şekilde belirlenmesinin gerekliliğini belirtmiş ve uygulamada düzenleme payının fazla belirlenmesinin önlenmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.
- Salalı (2014), "Arazi ve Arsa Düzenlemesinin Eşdeğerlik İlkesi Açısından Yeniden Değerlendirilmesi" adlı tezinde, 3194 sayılı İmar Kanunu çerçevesinde yapılan düzenlemelerin eşdeğerlik ilkesini tam anlamıyla sağlamakta yetersiz olduğunu ifade etmiştir.
- Keskin (2017), "İmar Planlama Süreçleri ve Karşılaşılan Sorunlar: Türkiye-İngiltere Örneği" adlı çalışmasında, imar planlama süreçlerindeki ülke farklılıklarına dikkat çekmiş ve açık, güvenilir yasa düzenlemelerinin sorunları azaltacağını savunmuştur.

- Baytar (2019), "Türkiye'de Uygulanan Arsa Düzenleme Yönteminin SWOT Analizi ile Değerlendirilmesi" adlı tezinde, yerel arsa düzenleme yöntemlerinin maliyetleri azalttığı ancak sosyal ve teknik sorunları beraberinde getirdiğini ortaya koymuştur.
- Çelik (2022), "İmar Yönetmelikleri ve Kent Mimarisi İlişkisel Analizi: Denizli Örneği" adlı yüksek lisans tezinde, mevzuat kısıtlamalarının kent mimarisi üzerindeki olumsuz etkilerini tartışmıştır.
- Aksoy (2023), "İmar Mevzuatı ve Danıştay Kararları Çerçevesinde Arazi ve Arsa Düzenlemesi" adlı çalışmasında, planlama ve uygulama süreçlerinin birlikte ele alınması gerektiğini belirtmiş ve mevcut mevzuatın eksikliklerine değinmiştir.

Şehir ve Şehir Planlaması İlişkisi

İmar planı, şehirlerin düzenli bir şekilde gelişmesini sağlamak amacıyla hazırlanan, yerleşim alanlarında yapılaşma şartlarını belirleyen ve arazi kullanımını düzenleyen bir resmi belgedir. Bu kavram, şehir planlaması ile çok yakın ilişkilidir, ancak şehir planlaması daha geniş bir disiplini ifade eder. İmar planları, sadece fiziksel yapılaşmayı değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri de göz önünde bulundurarak bir yerleşim alanının sürdürülebilir gelişimini teşvik eder.

İmar planı kavramının doğru anlaşılabilmesi için, öncelikle şehir ve şehir planlaması kavramlarına değinmek gerekmektedir. Hukuk sistemimizde "şehir" terimi, idari bir tüzel kişilik ifade etmez ve genellikle nüfusun sınırlarının belirli olmadığı coğrafi bir yer olarak kabul edilir. Şehir planlaması ise, şehirlerin sosyal, kültürel, ekonomik ve çevresel faktörlere göre düzenlenmesi ve bu düzenin sağlanabilmesi için yapılan disiplinler arası bir çalışmadır. Şehir planlaması, yalnızca fiziksel düzeni değil, aynı zamanda halkın yaşam kalitesini artırmayı hedefler.

Şehir planlaması ve imar planı arasındaki ilişkiyi açıklamak gerekirse, şehir planlaması bir şehrin gelişimi için oluşturulacak genel bir stratejiyi ifade ederken, imar planı, bu stratejinin somut ve uygulanabilir bir hale getirilmesidir. Şehir planlaması, geniş bir vizyon sunarken, imar planları, bu vizyonu gerçek hayata taşımak için somut adımlar atılmasını sağlar (Yayla, 1975).

İmar planı, şehir planlamasının temel araçlarından biri olarak, şehirlerin düzenli bir şekilde gelişmesini sağlamak amacıyla yapılır. Şehir planlaması, yerleşim alanlarının mevcut ve gelecekteki doğal, kültürel, iktisadi ve sosyal şartlarla uyumlu bir şekilde gelişmesi için bir çerçeve çizerken, imar planı bu çerçeveyi daha detaylı bir şekilde somutlaştırır. Bu bağlamda, imar planı, yerleşim alanlarında arazi kullanımını belirler, yapılaşma koşullarını düzenler ve çevresel faktörleri göz önünde bulundurur.

İmar planları, yerleşim yerlerinde yapılaşma koşullarını düzenleyerek, çevresel ve sosyal etkileri göz önünde bulundurur ve sürdürülebilir yaşam alanları oluşturur. İmar planlaması süreci, sadece fiziksel değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik yönlerden de önemlidir. İmar planlarının temel amacı, şehirlerin düzenli bir şekilde gelişmesini sağlamak ve çevre, sağlık ve güvenlik gibi temel ihtiyaçları karşılamaktır. Bu süreç, ekonomik kaynakların verimli kullanılabilmesi ve sosyal ihtiyaçların karşılanabilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Kamusal ve özel çıkarlar arasındaki dengeyi sağlamak, sürdürülebilir gelişim için imar planlarının doğru bir şekilde uygulanmasını gerektirir (Özbudun, 2023).

İmar Planlarının Kamu Yararı ve Mülkiyet Hakkı İlişkisi

İmar planı sürecinde, kamu yararı ile bireysel mülkiyet hakları arasındaki dengenin korunması önemlidir. İmar planlarının uygulamaları, kamu yararını gözetirken mülkiyet haklarını ihlal etmeyecek şekilde yapılmalıdır. Bu dengenin sağlanması, kentsel gelişimin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi için gereklidir. Kamusal yatırımlar ve düzenlemeler, bireysel mülkiyet haklarıyla uyumlu olmalı ve sosyal yaşam kalitesini artırmalıdır. İmar planlarında, kamu yararının ve mülkiyet hakkının nasıl dengeleneceği, planlamanın uygulama aşamasındaki en önemli sorunlardan biridir (Sancaktar, 2017).

Mekânsal Planlar ve Plan Türlerinin Sınıflandırılması

İmar planları, yerleşim yerlerinde yapılan tüm düzenlemelerin temelini oluşturur. Bu düzenlemeler, arazi kullanımına yönelik kararlar alarak çevrede yaşayanlarla ilişkiler kurar. İmar planının uygulanması aşamasında, kâğıt üzerinde belirlenen çizimler ve arazi kullanım kararları, hukuksal ve mekânsal gerçeklikle birleştirilerek uygulamaya geçirilir. İmar planı türleri, her biri farklı düzeyde ve kapsamda yerleşim alanlarının düzenlenmesi için kullanılmaktadır (Çepni, 2021).

3194 sayılı İmar Kanunu'na göre, imar planlarının amacı, yerleşim yerlerindeki yapılaşma şartlarını belirlemek ve bu şartları, fen, sağlık ve çevre koşullarına uygun şekilde düzenlemektir. İmar planları, sadece fiziki uygunlukları değil, aynı zamanda çevresel etkileri de dikkate alır. Bu kanun, belediye ve mücavir alan sınırları içinde veya dışında kalan yerlerde yapılacak planların hükümlerine tabidir ve bu planların uygulanması için belirli şartlar ve düzenlemeler içerir.

Mekânsal planlar, şehirlerin fiziksel yapısını düzenlerken, doğal, tarihi ve kültürel değerlerin korunmasını da amaçlar. Bu planlar, şehirlerin sürdürülebilir gelişimini sağlamak için hazırlanır. Mekânsal planlar, Mekânsal Strateji Planları, Çevre Düzeni Planları, Nazım İmar Planları ve Uygulama İmar Planları olarak dört ana başlık altında sınıflandırılabilir. Her bir plan türü, belirli bir düzeyde yerleşim alanları için düzenlemeler sunar ve bu planlar arasındaki ilişki, şehrin gelişim sürecini yönlendirir.

İmar planı türleri, genellikle şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

- Mekânsal Strateji Planları: Uzun vadeli stratejik hedefler belirler ve şehirlerin gelişim yönlerini gösterir.
- Çevre Düzeni Planları: Şehirlerin çevresel koşullarını düzenler ve doğal, kültürel varlıkların korunmasını sağlar.
- Nazım İmar Planları: Şehirlerin büyüme alanlarını ve kullanımını belirler, daha geniş bir planlama sürecine odaklanır.
- Uygulama İmar Planları: Nazım imar planlarına dayanarak, belirli alanlardaki yapılaşma şartlarını ve arazi kullanımını detaylandırır.

İmar planları, şehirlerin sürdürülebilir bir şekilde gelişmesini ve düzenli bir yapılaşmayı sağlamak için kritik bir öneme sahiptir. Bu planlar, yalnızca fiziksel yapıları düzenlemekle kalmaz, aynı zamanda çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri de göz önünde bulundurarak şehirlerin geleceğini şekillendirir. Kamu yararı ile bireysel mülkiyet hakları arasında bir denge kurularak, yerleşim yerlerinin hem insan odaklı hem de çevre dostu bir şekilde gelişmesi sağlanabilir. İmar planları, yerel yönetimler ve merkezi yönetimlerin ortaklaşa kararlar alarak şehirlerin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır.

İmar Uygulama Yöntemleri

İmar planları çerçevesinde gerçekleştirilen uygulamalar, 3194 sayılı İmar Kanunu'na göre maliklerin talepleri doğrultusunda ya da isteği dışında zorunlu olarak yapılmaktadır. Bu uygulamalar, 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 10. maddesinde belirtildiği üzere, belediyeler tarafından imar planlarının kesinleşmesinin ardından yıllık programlara dahil edilerek hayata geçirilir.

İmar uygulamaları süreci, mevzuat kapsamında başlangıç tarihini belirleyen bir düzenlemeden yoksundur. Ayrıca, imar planlarının her zaman aynı özelliklere sahip olmaması ve geleceği tam anlamıyla yansıtma kapasitesinin sınırlı olması, uygulama sürecinde esneklik ve hareketliliği gerektiren bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu esneklik, gelecekte yapılacak tahminlerin gerçekleşme oranını artırmak için önemlidir. Aksi takdirde, sürecin uzaması, tahminlerin doğruluk oranını olumsuz etkileyebilir ve nihayetinde tahminlerin geçerliliğini kaybetmesine sebep olabilir. Sürecin çok hızlı ilerlemesi ise, planın yapımını zorlaştırabilir ve sonuçta amaçlanan faydaların azalmasına veya ortadan kalkmasına yol açabilir (Kalabalık, 2019).

Taşınmaz Sahiplerinin İsteğine Bağlı İmar Planı Uygulamaları

İmar planı uygulamalarında, taşınmaz sahiplerinin belediye veya il özel idarelerine başvuru yaparak, 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 15 ve 16. maddeleri çerçevesinde birleştirme, ayırma, yola terk etme ve yoldan ihdas gibi işlemler yapılabilmektedir (İnam ve Akdeniz, 2020). Taşınmazlara ilişkin bu işlemler, resen ya da başvuru ile gerçekleştirilen tevhid veya ifrazı, parseller üzerinde irtifak hakkı tesisi veya terkini gibi işlemleri içermektedir. Uygulama işlemleri, belediye encümenleri veya il idare kurullarınca mevzuat hükümlerine uygunluk açısından onaylanmaktadır (3194/15-16). Başvuru yoluyla yapılan işlemler, taşınmazların durumuna göre imar planında küçük parçalar halinde gerçekleştirilse de, bu durum, planın bütünlüğünü sağlamak açısından sorun yaratmaktadır. Planın bütünlüğü sağlanamadığı takdirde, kamusal alanlar elde edilememekte ve değer artışı tüm taşınmazlarda eşit olarak yansıtılamamaktadır (İnam ve Akdeniz, 2020).

Kamulaştırma Yöntemiyle İmar Uygulamaları

Kamulaştırma işlemi, 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu ve Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 46. maddesi ile hukuki bir dayanak bulmaktadır. Kamulaştırma, kamu yararı kapsamında yapılan zorunlu bir yöntemdir ve özel mülkiyetteki taşınmazlarda maliklerinin rızası alınmadan, taşınmazların değeri ödenerek kamuya kazandırılmasını sağlar. İmar planlarında belirlenen sosyal ve kültürel donatı alanları, resmi kurum alanları ve teknik altyapı alanlarının özel mülkiyet durumunda olması halinde, kamulaştırma yoluyla kamunun mülkiyetine geçirilmesi sağlanır (Boztoprak vd., 2016).

Kamulaştırma yöntemi, mülkiyet hakkının kısıtlanması ve kamuya külfet olması, bütçenin süreli olarak hazır olması gibi nedenlerden ötürü uzun sürebilmekte ve bu nedenle daha az tercih edilen bir uygulama yöntemidir (Yıldız, 2016).

Arazi ve Arsa Düzenlemeleri

Arazi ve Arsa Düzenlemesi (AAD), kentlerin gelişim sürecinde ve şehir planlamasında temel bir rol oynar. Bu süreç, belirli bölgelerdeki mülkiyet sınırlarının düzenlenmesi ve kamusal alanların oluşturulması anlamına gelir. AAD uygulamaları, kamu yararını ön planda tutarak, şahısların mülkiyet hakları ile imar planlarının uygulanabilirliğini dengeler.

AAD uygulamaları, Harita mühendislerinin sorumluluğunda gerçekleştirilen bir süreçtir ve 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 18. maddesi ile Arazi ve Arsa Düzenlemeleri Hakkında Yönetmelik çerçevesinde plan uygulamalarına göre öncü çalışmalar yapılır. Süreç, tapuya tescil işlemine kadar devam eder (Büyükaslan, 2021).

Arazi ve arsa düzenlemeleri ile, imar planlarına uygun olmayan kadastro parselleri yeniden şekillendirilir; bu işlemler, hem boyut hem de konum açısından amacına uygun hale getirilir. AAD uygulamaları, verimli ve etkili bir uygulama yöntemi olarak kent formlarının şekillenmesinde önemli bir rol oynar. Bu uygulama, mülkiyet hakkı kavramını sarsmaz, ancak kamu yararı amacıyla sınırlandırılması gerektiği unutulmamalıdır (Yomralıoğlu ve Uzun, 2001). Ayrıca, Anayasanın 35. maddesi gereği, mülkiyet hakkı kamu yararına aykırı bir şekilde kullanılamaz (Karaca, 2018).

İdare Açısından Sağlanan Avantajlar

- İmar planlarının daha hızlı ve kapsamlı bir şekilde uygulanması sağlanır.
- AAD bölgesindeki taşınmaz sahiplerinden alınan bedelsiz katılım payları ile kamu hizmet tesisleri ve umumi alan ihtiyaçları karşılanır.
- Bölgeye yapılacak altyapı yatırımları daha kısa sürede tamamlanır ve maliyet avantajı sağlanır.
- Kamulaştırma için ayrılan kaynaklar, başka kamu hizmetlerinde kullanılabilir, böylece kamu bütçesi verimli hale gelir.
- AAD, kapsam ve uygulama hızı açısından diğer imar yöntemlerine kıyasla daha avantajlıdır.
- Arsa üretimi ile arsa piyasasında arz-talep dengesi sağlanır, spekülasyon engellenir.
- Üretilen arsalar, kentleşme ihtiyacını karşılar ve inşaat sektöründe yeni iş olanakları yaratır.
- AAD ile değer kazanan arsaların yeniden değerlendirilmesi, kamu idareleri için ek vergi gelirleri sağlar.
- Kentler, imar planlarına uygun olarak teknik ve estetik kurallar çerçevesinde gelişir.
- Teknolojik gelişmelerle birlikte, kadastro ve imar verileri güncellenir ve daha doğru hale gelir.

Taşınmaz Sahipleri Açısından Sağlanan Avantajlar

- AAD uygulaması ile taşınmaz sahipleri, ekonomik olarak fayda sağlar.
- Geometrik yapısı düzensiz, küçük veya yolsuz olan parseller, plana uygun, inşaata elverişli arsalar haline gelir.
- AAD uygulamaları, bölge halkının ihtiyaç duyduğu sosyal ve kamu hizmet alanlarını sağlayarak yaşam kalitesini artırır.
- İmar planında yer alan yolların açılması ve altyapının geliştirilmesiyle bölgenin fiziksel koşulları iyileştirilir, bu da sosyal yaşamı olumlu yönde etkiler.

Yasal ve Hukuki Dayanak

Arsa ve arazi düzenlemeleri, Türkiye'de şehircilik ve imar planlamasının temel unsurlarından biri olarak tarihsel süreçte çeşitli yasalarla şekillendirilmiştir. Osmanlı döneminden günümüze kadar devam eden bu düzenlemeler, kentlerin gelişimine ve kamu yararına yönelik mekânsal planlamaların temelini atmıştır.

Yıl/Düzenleme	Yasal Dayanak	Önemli Özellikler/Düzenleme Detayları
1864	Turuk ve Ebniye Tüzüğü	Yangınlardan sonra yolların düzenlenmesi ve genişletilmesi amacıyla çıkarılmıştır.
1882	Ebniye Kanunu	Yangın sonrası ve yolların genişletilmesi amacıyla düzenleme yapılmıştır.
1925	647 Sayılı Kanun	Yangın sonrası alanlarda imar uygulama kararları getirilmiştir.
1930	1351/1663 Sayılı Kanun	Yangın yerleri dışında da imar uygulamaları yapılmasına olanak sağlanmıştır.
1933	2290 Sayılı Belediye Yapı ve Yollar Kanunu	Tüm belediyelere %15 oranında toprak kesintisi yapma yetkisi verilmiştir.
1957	6785 Sayılı İmar Kanunu, 42. Madde	%25 oranında toprak kesintisi yapılmasına izin verilmiştir.
1963	Anayasa Mahkemesi Kararı	%25 oranında toprak kesintisi yetkisi iptal edilmiştir.
1972	1605 Sayılı Kanun	%25 oranında toprak kesintisi "Düzenleme Ortaklık Payı (DOP)" olarak tanımlanmıştır.
1985	3194 Sayılı İmar Kanunu, 18. Madde	DOP oranı %35'e çıkarılmış; cami ve karakol alanları DOP kapsamına alınmıştır.
2003	3194 Sayılı İmar Kanunu, 18. Madde	DOP oranı %40'a çıkarılmış; MEB'e bağlı ilk ve orta öğretim kurumları DOP kapsamına eklenmiştir.
2019	7181 Sayılı Kanun	DOP oranı %45'e çıkarılmış; DOP kapsamında umumi hizmet alanlarının tesis edilmesi vurgulanmıştır.
2020	7221 Sayılı Kanun	DOP'un kamulaştırma bedeline dönüştürülebileceği düzenlenmiş, düzenleme planlarının 5 yıl içinde tamamlanması zorunlu hale getirilmiştir.

Yukarıdaki tablo, Türkiye'de arsa ve arazi düzenlemelerinin, imar planlaması ile olan bağlantısının zaman içindeki değişimini ele alarak, uygulamada ne gibi gelişmeler yaşandığını göstermektedir. Osmanlı döneminden günümüze kadar yapılan düzenlemeler, kamu ve özel mülkiyet haklarını dengeli bir biçimde korumaya ve geliştirmeye yönelik olarak şekillenmiştir. Özellikle "Düzenleme Ortaklık Payı" (DOP) gibi kavramlar, şehircilik anlayışını daha modern bir hale getirmiştir.

Tarihsel Gelişim ve Kamusal Alanlar

İmar uygulamalarının tarihsel süreci, kentleşme hızı ve kamu yararı göz önünde bulundurularak şekillenmiştir. Bu düzenlemeler, planlamanın gelişimini sağlarken, kentleşmenin gereksinimlerine de paralel olarak ilerlemiştir. Günümüze kadar yapılan düzenlemeler, imar uygulamaları kapsamının genişlemesine ve modern şehircilik anlayışının temellerinin atılmasına katkı sağlamıştır. Arsa ve arazi düzenlemeleri (AAD), sadece imar planlarının uygulanabilmesi için gerekli olan şartları yerine getirmeyi değil, aynı zamanda kamusal alanların (yol, meydan, park, ibadet alanları vb.) oluşturulmasını hedeflemektedir.

Düzenleme Ortaklık Payı (DOP)

İmar uygulamalarının tarihsel süreci, kentleşme hızı ve kamu yararı göz önünde bulundurularak şekillenmiştir. Bu düzenlemeler, planlamanın gelişimini sağlarken, kentleşmenin gereksinimlerine de paralel olarak ilerlemiştir. Günümüze kadar yapılan düzenlemeler, imar uygulamaları kapsamının genişlemesine ve modern şehircilik anlayışının temellerinin atılmasına katkı sağlamıştır. Arsa ve arazi düzenlemeleri (AAD), sadece imar planlarının uygulanabilmesi için gerekli olan şartları yerine getirmeyi değil, aynı zamanda kamusal alanların (yol, meydan, park, ibadet alanları vb.) oluşturulmasını hedeflemektedir.

Kamusal Alanların Oluşumu ve Mülkiyet Hakları

Arsa ve arazi düzenlemeleri, il özel idareleri ve belediyeler tarafından yürütülmektedir. Bu düzenlemeler, mülk sahiplerinin rızası olmaksızın, planlama şartlarına uygun olarak yeniden mülkiyet hakları tanımaktadır. Bu işlemler sırasında, eşitlik ve adalet göz önünde bulundurularak, parsel metrekare değerlerinde sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda kamusal hizmetlerin topluma fayda sağlayacak biçimde yapılması esas alınır. Aynı zamanda, şehirlerin düzenli yapılaşması sağlanırken, arsa değerleri artırılarak şahısların mülkiyet haklarının korunması hedeflenir.

Yönetmelik	İmar Planlaması ile İlişkisi	İmar Planlamasındaki Rolü
Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği	İmar planlarının hazırlanması ve uygulama aşamalarını belirler. Bu yönetmelik, mekânsal planların genel çerçevesini ve esaslarını tanımlar.	İmar planı hazırlama süreçlerini düzenler, plan türleri ve onay prosedürleri hakkında yol gösterir.
Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği	Planlı alanlarda uygulama ve yapılaşma kurallarını belirler. Bu yönetmelik, imar planına uygun inşaat ve yapılaşma şartlarını düzenler.	Planlı alanlarda yapılaşma standartlarını belirleyerek, imar planlarının etkin bir şekilde uygulanmasını sağlar.
Plansız Alanlar İmar Yönetmeliği	Plansız alanlarda yapılaşmayı düzenler. Bu yönetmelik, önceden imar planı bulunmayan alanlarda yapılan planlama ve inşaat faaliyetlerini düzenler.	Plansız alanlarda yapılaşma için belirli kurallar koyarak, plansız alanların planlı hale getirilmesi sürecini yönetir.
Otopark Yönetmeliği	İmar planlarına göre otopark alanlarının düzenlenmesi ile ilgili esasları belirler. İmar planlarında otopark ihtiyacının karşılanması için kriterler sunar.	Otopark düzenlemeleri ile şehir içi trafik ve otopark sorunlarını çözmeye yönelik kurallar getirir, planlarda otopark alanlarının yer almasını sağlar.
Arazi ve Arsa Düzenleme Yönetmeliği	Arsa düzenlemesi ve parselasyon işlemleri ile ilgili kurallar sunar. Bu yönetmelik, arsa ve arazilerin etkin şekilde kullanılması için imar planlarıyla uyumlu düzenlemeler yapılmasını sağlar.	Arsa düzenlemeleri ve parselasyon ile imar planlarının uygulama aşamasında parsel sınırlarının belirlenmesine yardımcı olur, arazi kullanımı ve bölgeleme süreçlerini düzenler.

İmar Planlamasında Yönetmeliklerin Rolü ve İlişkisi

Bu tablo, Türkiye'deki imar planlamasında yer alan çeşitli yönetmeliklerin, imar planlarıyla olan ilişkilerini ve bu yönetmeliklerin planlama süreçlerindeki rollerini açıklamaktadır

İmar Planlaması ve Arsa Düzenlemeleri

İmar planlaması, kamu hukuku çerçevesinde yürütülen işlemler olup, kamu gücünü kullanarak düzenleme ve uygulama yapılan bir alandır (Aksay, 1999). Bu bağlamda arsa düzenlemeleri de, kamu yararı gözetilerek mülkiyet haklarını sınırlama özelliği taşır (Köktürk ve Köktürk, 2006). Türkiye'de arsa ve arazi düzenlemeleri genellikle "düzenleme dolayısıyla meydana gelen değer artışları karşılığında düzenleme ortaklık payı (DOP)" adı altında yapılmaktadır. Bu, kamulaştırma ile benzerlik gösterse de, aslında kamulaştırma değildir (Köktürk, 2007/a).

Arsa düzenlemeleri ile ilgili işlemler, kamu yararı ve bireysel haklar arasında bir denge kurmayı amaçlar ve bu süreçler, genellikle imar planlarıyla uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de bu tür düzenlemeler, Düzenleme Ortaklık Payı (DOP) kavramı üzerinden yürütülmektedir. DOP, imar planlarında belirlenen kamu hizmet alanlarının (yol, park, otopark, eğitim alanları vb.) oluşturulması için yapılan kesintidir.

Anayasa ve İmar Planlaması İlişkisi

İmar planlaması ve arsa düzenlemeleri süreçlerinin hukuki temeli, Türk Anayasası ve ilgili mevzuatlar üzerinden şekillenir. Anayasadaki bazı maddeler, özellikle mülkiyet hakkı ve kamusal yararın denetlenmesi bağlamında büyük bir öneme sahiptir:

- Madde 35: Mülkiyet hakkını güvence altına alır.
- Madde 23: Yerleşme ve seyahat özgürlüğüne ilişkin düzenlemeler içerir.
- Madde 13: Temel hak ve özgürlüklerin sınırlandırılmasında genel esasları belirler.

Bu maddeler, arsa düzenlemelerinin ve DOP kesintilerinin nasıl uygulanması gerektiği ve bu işlemlerin kamusal yarar doğrultusunda yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Arsa Düzenleme Süreci ve Kamu Yararı

Arsa düzenlemesi, belediyeler ve il özel idareleri tarafından, mülk sahiplerinin rızası aranmaksızın, 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 18. maddesi çerçevesinde yapılmaktadır. Ancak, bu işlemler sırasında kamu yararı ve kişisel mülkiyet haklarının dengelenmesi büyük önem taşır. Bu düzenlemelerde, Düzenleme Ortaklık Payı (DOP), düzenleme yapılan alandaki taşınmazlardan belli bir oranda kesinti yapılmasını sağlar ve bu kesintiler kamusal hizmet alanlarının oluşmasına yönelik kullanılır.

DOP kesintisinin kamu yararına hizmet etmesi gerekir, aksi takdirde hukuka aykırı sayılır (Yılmaz, 2010). Danıştay kararları, DOP oranlarının eşit alınmaması durumunun hukuka aykırılık teşkil ettiğini vurgulamıştır.

İdari Hukuk ve Arsa Düzenlemeleri

Arsa düzenlemeleri, idari işlemler olarak değerlendirilir ve bu işlemlerin hukuki sonuçları, kamu gücü ile doğrudan ilişkilidir. Bu tür işlemler, idarenin tek taraflı ve emredici gücüyle

yapılır ve bu işlemlerin hukuka uygunluğu için belirli şartlar (yetki, şekil, sebep, konu ve amaç) gereklidir (Yılmaz, 2010; Günday, 2017).

Sonuç ve Öneriler

3194 sayılı İmar Kanunu ve Arsa ve Arazi Düzenleme Yönetmeliği, imar planlama süreçlerinin temel çerçevesini oluştursa da, kentleşme ihtiyaçlarının hızla değişmesi karşısında zamanla yetersiz kalmıştır. Özellikle düzenleme ortaklık payı (DOP) oranlarındaki artış, mülkiyet haklarının sınırlanmasına neden olabilir. Mevzuat ile yönetmelikler arasındaki uyumsuzluklar, planlama süreçlerinde zorluklar yaratmaktadır.

- **Disiplinler Arası Koordinasyon Eksiklikleri**; Şehir plancıları, harita mühendisleri ve mimarlar arasındaki işbirliği eksikliği, uygulamada teknik hatalara ve hukuki uyuşmazlıklara yol açmaktadır. Bu da planlama süreçlerinde başarısızlıklara neden olmaktadır.
- **Adalet ve Eşdeğerlik Sorunları;** Mülk sahipleri arasındaki eşitsizlik, yerel düzeyde büyük problemlere yol açmaktadır. Özellikle DOP oranlarının yüksekliği, mülk sahiplerinin hak kaybına uğramasına sebep olabilmektedir.

3194 sayılı İmar Kanunu ve ilgili yönetmeliklerin uygulama süreçlerinde karşılaşılan zorluklar, başta DOP oranları ve mülkiyet hakları olmak üzere çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın önerileri, uygulama süreçlerinin daha etkin ve adil bir şekilde işlemesi için önemli bir rehber olacaktır. Uygulama süreçlerinde ortaya çıkan eksikliklerin giderilmesi, hem planlama açısından verimli sonuçlar doğuracak hem de kentleşme süreçlerinin daha sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır.

Öneriler:

• Yönetmeliklerin Güncellenmesi: Mevzuat ve yönetmeliklerin, şehirlerin hızla değişen sosyo-ekonomik ihtiyaçlarına uyum sağlayacak şekilde güncellenmesi gerekmektedir.

• DOP Oranı Dengelemeleri: Düzenleme Ortaklık Payı oranlarının belirlenmesinde kamu yararı ve mülkiyet hakları arasında bir denge kurulmalıdır.

• Disiplinler Arası İşbirliği: Şehir plancıları, harita mühendisleri ve mimarlar arasındaki koordinasyon güçlendirilmelidir. Bu, planlama süreçlerinde daha tutarlı ve başarılı sonuçlar doğuracaktır.

• Eğitim ve Farkındalık Çalışmaları: Yerel yönetimler ve uygulayıcılar için eğitim programları oluşturulmalı ve yönetmeliğin doğru anlaşılması sağlanmalıdır.

• DOP Düzenlemelerinin Hukuki Uyumlu Hale Getirilmesi: DOP ile ilgili mevcut düzenlemeler, İmar Kanunu, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği ve diğer ilgili yönetmeliklerin karşılaştırmalı olarak ele alınarak açık, anlaşılır ve hukuki açıdan tutarlı hale getirilmelidir. Ayrıca, kamu yararına tahsis edilen alanların anayasal düzenlemelere uygunluğu göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

Aksoy, H. (2023). *İmar mevzuatı ve Danıştay kararları çerçevesinde arazi ve arsa düzenlemesi.*

Aksay, M. (1999). *İmar hukuku ve imar planlaması.* İstanbul: Beta Yayınları.

Aslantaş, A., & Ark. (2006). *İmar kanunu ve arsa düzenlemeleri: Teorik ve pratik yaklaşımlar.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Baytar, M. (2019). Türkiye'de uygulanan arsa düzenleme yönteminin SWOT analizi ile değerlendirilmesi.

Büyükaslan, K. (2021). *Arsa düzenlemeleri ve imar planı uygulamalarında hukuki süreçler.* İstanbul: İleri Yayınları.

Çelik, G. (2022). İmar yönetmelikleri ve kent mimarisi ilişkisel analizi: Denizli örneği.

Erkün, A. (1999). *Türk imar hukukunun ana çizgileri.*

Günday, B. (2017). *İdari hukuk ve kamu yönetimi.* İstanbul: Ekin Yayınları.

İnam, M., & Akdeniz, M. (2020). *Kent planlamasında arazi ve arsa düzenlemeleri.* Ankara: Güven Yayınları.

Karaca, S. (2018). *Kamu yararı ve mülkiyet hakkı: İmar planlamasında kamu müdahalesi.* İstanbul: Alfa Yayınları.

Kalabalık, F. (2002). *İmar hukuku (Planlama, arsa, yapı, koruma).*

Keskin, E. (2017). İmar planlama süreçleri ve karşılaşılan sorunlar: Türkiye-İngiltere örneği.

Köktürk, S., & Köktürk, S. (2006). *İmar hukukunun temelleri.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Köktürk, S. (2007). *Arsa düzenlemeleri ve kamu hukuku ilişkisi.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Meşhur, A. (2008). Arazi ve arsa düzenlemesi sürecinin kentsel mekân oluşumu açısından irdelenmesi.

Salalı, S. (2014). Arazi ve arsa düzenlemesinin eşdeğerlik ilkesi açısından yeniden değerlendirilmesi.

Türk, C., & Türk, N. (2006). *Kamulaştırma ve arsa düzenlemeleri hukuku.* Ankara: Nobel Yayınları.

Yılmaz, A. (2010). *İmar planı ve arsa düzenlemelerinin hukuki temelleri.* İstanbul: Yetkin Yayınları.

Yılmaz, İ. (2010). İmar Kanunu'nun 18. maddesi çerçevesinde düzenleme ortaklık payı kavramı ve uygulamaları.

Yomralıoğlu, E. (1992). *Arsa ve arazi düzenlemesi için yeni bir uygulama şekli.*

Yomralıoğlu, T., & Uzun, N. (2001). *Şehircilik ve arazi düzenlemeleri: Uygulamalı bir rehber.* İstanbul: Boyut Yayınları.

AN EXAMINATION of PRE-SERVICE PHYSICAL EDUCATION and SPORTS TEACHERS' ATTITUDES TOWARD TECHNOLOGY

BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR ÖĞRETMENİ ADAYLARININ TEKNOLOJİYE KARŞI TUTUMLARININ İNCELENMESİ

Atalay GACAR

Fırat University Faculty of Sports Sciences, Department of Recreation, Elazığ, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5618-3983

Zeki VAİZOĞLU

Hakkari University Faculty of Sports Sciences, Department of Sports Management, Hakkari, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3195-3763

Gönül BERK

Fırat University Institute of Health Sciences, Department of Physical Education and Sports, Elazığ, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-1572-5278

ABSTRACT

The use of technology-assisted tools in sports education enhances the effectiveness and efficiency of instructional processes. Through technological applications, students' motivation in physical education classes increases, and interdisciplinary learning is supported. Moreover, the quality of lessons delivered with technology-supported content is also improved. In this context, it can be stated that the use of technology in physical education and sports classes is of significant importance. The aim of this study is to examine the attitudes of prospective physical education and sports teachers towards technology. The population of this study consists of 258 students enrolled in the Department of Physical Education and Sports Teaching at Fırat University Faculty of Sport Sciences during the 2024–2025 academic year. The sample size was determined as 132 participants based on Sekaran's sampling table; ultimately, data were collected from 152 students. As the data collection instrument, the "Attitude Towards Technology Scale" developed by Akbaba (2002) was used. Data were analyzed using the SPSS 25 statistical software. In order to determine whether the data were normally distributed, skewness and kurtosis values were examined, and it was found that the data did not exhibit a normal distribution. Accordingly, the Mann-Whitney U test was employed to compare the attitudes towards technology across binary variables, while the Kruskal-Wallis test was used for variables with more than two categories. In all statistical analyses, the level of significance was set at $p < .05$. The study revealed that the mean attitude score towards technology among prospective physical education and sports teachers at Fırat University was $\bar{x} = 122.34$, indicating a moderate level of attitude towards technology among the participants. As a result, it was observed that the participants' gender and engagement in regular physical activity had an impact on their attitudes towards technology

Key Words: Physical Education and Sports, Teacher, Technology, Attitude

ÖZET

Spor eğitiminde teknoloji destekli araçların kullanımı, öğretim süreçlerini daha etkili ve verimli hale getirmektedir. Teknolojik uygulamalar sayesinde spor derslerinde öğrencilerin motivasyonu artmakta, disiplinler arası öğrenme desteklenmektedir. Bununla birlikte, teknoloji destekli içeriklerle işlenen derslerin kalitesi de artış göstermektedir. Bu bağlamda beden eğitimi ve spor derslerinde teknoloji kullanımının önem arz ettiği söylenebilir. Bu çalışmanın amacı beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknolojiye karşı tutumlarının incelenmesidir. Bu çalışmanın evrenini, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında Fırat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi beden eğitimi ve spor öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 258 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğü, Sekaran'ın örneklem belirleme tablosuna göre 132 katılımcı hedeflenerek belirlenmiş; sonuç olarak 152 öğrenciden veri toplanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, Akbaba (2002) tarafından geliştirilen "Teknolojiye Karşı Tutum Ölçeği" kullanılmıştır. Verilerin analizi SPSS 25 istatistik programı ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla çarpıklık ve basıklık (skewness ve kurtosis) değerleri incelenmiş ve verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, ikili değişkenler ile teknolojiye karşı tutum düzeylerinin karşılaştırılmasında Man Withney-U testi, ikiden fazla kategori içeren değişkenler için ise Kruskall Wallis testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < .05$ olarak kabul edilmiştir. Yapılan çalışmada Fırat Üniversitesi beden eğitimi ve spor öğretmen adaylarının teknolojiye karşı tutum düzeylerinin x=122,34 olduğu tespit edilmiştir. Böylece katılımcıların teknolojiye karşı tutum düzeylerinin orta seviyede olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, katılımcıların cinsiyetleri ve düzenli spor yapma durumları teknolojiye karşı tutumlarını etkilediği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beden Eğitimi ve Spor, Öğretmen, Teknoloji, Tutum

GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmeler, eğitim süreçlerinin her alanında olduğu gibi beden eğitimi ve spor öğretiminde de önemli değişimlere yol açmaktadır (Casey ve ark., 2017). Eğitimde teknolojinin etkili ve verimli kullanımı, öğretim yöntemlerinin çeşitlenmesine, öğrenme ortamlarının zenginleşmesine ve öğrenci motivasyonunun artmasına katkı sağlamaktadır (Kirk, 2010). Özellikle beden eğitimi derslerinin teknolojik araçlarla desteklenmesi; öğrenci katılımını artırmakta, öğretmenlerin derslerini planlama, yürütme ve değerlendirme süreçlerini daha işlevsel hale getirmektedir (Burne ve ark., 2017).

Beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknolojiyi nasıl algıladıkları ve bu alana yönelik tutumları, mezuniyet sonrası mesleki uygulamalarını doğrudan etkilemektedir (García ve ark., 2020). Literatürde, öğretmen adaylarının teknolojiye karşı tutumlarının; teknolojik donanım, pedagojik bilgi düzeyi ve bireysel motivasyon gibi değişkenlerle ilişkili olduğu belirtilmektedir (Teo, 2009). Ancak beden eğitimi alanı, diğer disiplinlere göre farklı mekânsal ve fiziksel gereksinimleri nedeniyle teknoloji entegrasyonunda özgün zorluklar barındırmaktadır (Niess, 2011). Bu durum, beden eğitimi öğretmenlerinin dijital araçları sınıf yönetimine, hareket eğitimi etkinliklerine veya değerlendirme süreçlerine nasıl entegre edecekleri sorusunu gündeme getirmektedir (Casey ve ark., 2017).

Türkiye'de de beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknolojiye karşı tutumlarının belirlenmesi, öğretmen yetiştirme programlarının niteliğinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar, öğretmenlerin teknoloji kullanımına genel olarak olumlu baktığını ancak uygulamada yeterli donanıma ve pedagojik entegrasyona sahip olmadıklarını ortaya koymaktadır (Tondeur ve ark., 2017; Aydoğdu ve ark.,

2024).Bu nedenle öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik tutumlarının incelenmesi, eğitim programlarının yeniden yapılandırılmasına ve hizmet içi eğitimlerin planlanmasına ışık tutabilir.

Bu çalışmada beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknolojiye karşı tutumlarının belirlenmesi amaçlanmakta olup elde edilecek bulguların, alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın evrenini, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında Fırat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi beden eğitimi ve spor öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 258 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğü, Sekaran'ın örneklem belirleme tablosuna göre 132 katılımcı hedeflenerek belirlenmiş; sonuç olarak 152 öğrenciden veri toplanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, Akbaba (2002) tarafından geliştirilen "Teknolojiye Karşı Tutum Ölçeği" kullanılmıştır. Verilerin analizi SPSS 25 programı ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla çarpıklık ve basıklık (Skewness ve Kurtosis) değerleri incelenmiş ve verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, ikili değişkenler ile teknolojiye karşı tutum düzeylerinin karşılaştırılmasında Mann Whitney-U testi, ikiden fazla kategori içeren değişkenler için ise Kruskal Wallis-H testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p<.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo1. Katılımcıların Cinsiyet Değişkenine İlişkin Dağılımları

	Cinsiyet	**N**	**Sıra Ort.**	**Sıra Top.**	**X**	**Ss**	**U**	**p**
Teknoloji ve karamsarlık	Erkek	76	77,08	5858,00	7,55	2,27	2844,000	,870
	Kadın	76	75,92	5770,00				
Teknoloji kullanımı	Erkek	76	69,34	5270,00	8,55	1,68	2344,000	**,037**
	Kadın	76	83,66	6358,00				
Teknoloji ve yönetim	Erkek	76	78,41	5959,50	10,51	2,41	2742,500	,586
	Kadın	76	74,59	5668,50				
Teknoloji izleme	Erkek	76	67,96	5097,00	21,82	6,90	2247,000	**,023**
	Kadın	76	83,93	6379,00				
Teknoloji korkusu	Erkek	76	80,08	6006,00	9,82	2,67	2544,000	,250
	Kadın	76	71,97	5470,00				
Teknoloji ve internet	Erkek	76	73,59	5592,50	15,29	4,93	2666,500	,491
	Kadın	76	78,45	5883,50				
Teknoloji ve gelişme	Erkek	76	72,72	5526,50	18,90	4,47	2600,500	,284
	Kadın	76	80,28	6101,50				
Teknoloji benimseme	Erkek	76	76,67	5827,00	19,44	3,87	2875,000	,962
	Kadın	76	76,33	5801,00				
Teknoloji güven	Erkek	76	74,07	5629,50	10,42	2,58	2703,500	,493
	Kadın	76	78,93	5998,50				

Katılımcıların cinsiyet değişkenine ilişkin dağılımları incelendiğinde teknoloji kullanımı ve teknoloji izleme alt boyutunda anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Diğer taraftan teknoloji ve karamsarlık, teknoloji ve yönetim, teknoloji korkusu, teknoloji ve internet, teknoloji ve gelişme, teknoloji benimseme ve teknoloji güven alt boyutlarında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir (p>0,05).

Tablo2. Katılımcıların Teknolojik Aletler İle İlgilenme Süresi (Günlük) Dağılımları

				x	Ss	X^2	p
	Günde Kaç Dakika Teknolojik Aletler İle İlgileniyorsunuz?	**N**	**Sıra Top.**				
Teknoloji ve karamsarlık	0-30 dakika üzeri	3	30,50	7,55	2,27	5,806	,121
	31-60 dakika	35	73,09				
	1-5 saat	94	76,14				
	6 saat ve üzeri	20	91,05				
Teknoloji kullanımı	0-30 dakika üzeri	3	51,33	8,55	1,68	2,905	,407
	31-60 dakika	35	79,06				
	1-5 saat	94	78,77				
	6 saat ve üzeri	20	65,15				
Teknoloji ve yönetim	0-30 dakika üzeri	3	35,67	10,51	2,41	6,926	,074
	31-60 dakika	35	77,74				
	1-5 saat	94	73,35				
	6 saat ve üzeri	20	95,28				
Teknoloji izleme	0-30 dakika üzeri	3	50,17	21,82	6,90	1,171	,760
	31-60 dakika	35	76,21				
	1-5 saat	93	76,12				
	6 saat ve üzeri	20	78,93				
Teknoloji korkusu	0-30 dakika üzeri	3	106,83	9,82	2,67	4,057	,255
	31-60 dakika	35	73,89				
	1-5 saat	93	72,88				
	6 saat ve üzeri	20	89,58				
Teknoloji ve internet	0-30 dakika üzeri	3	61,17	15,29	4,93	1,084	,781
	31-60 dakika	35	81,71				
	1-5 saat	93	74,42				
	6 saat ve üzeri	20	75,58				
Teknoloji ve gelişme	0-30 dakika üzeri	3	54,83	18,90	4,47	,809	,847
	31-60 dakika	35	78,31				
	1-5 saat	94	76,65				
	6 saat ve üzeri	20	75,88				
Teknoloji benimseme	0-30 dakika üzeri	3	73,50	19,44	3,87	2,690	,442
	31-60 dakika	35	69,10				
	1-5 saat	94	76,65				
	6 saat ve üzeri	20	89,20				
Teknoloji güven	0-30 dakika üzeri	3	82,33				
	31-60 dakika	35	73,67	10,42	2,58	,254	,968
	1-5 saat	94	76,93				
	6 saat ve üzeri	20	78,58				

Katılımcıların günlük teknolojik aletler ile ilgilenme süresi ile teknolojiye karşı tutum düzeylerine ilişkin dağılımları incelendiğinde, teknoloji kullanımı, teknoloji izleme teknoloji ve karamsarlık, teknoloji ve yönetim, teknoloji korkusu, teknoloji ve internet, teknoloji ve gelişme, teknoloji benimseme ve teknoloji güven alt boyutlarında anlamlı farklılık görülmemektedir (p>0,05).

Tablo3. Katılımcıların Düzenli Spor Yapma Durumuna İlişkin Dağılımları

	Düzenli Spor Yapıyor Musunuz?	N	Sıra Ort.	Sıra Top.	x	ss	u	p
Teknoloji ve karamsarlık	Evet	72	76,62	5516,50	7,5526	2,27800	2871,500	,975
	Hayır	80	76,39	6111,50				
Teknoloji kullanımı	Evet	72	84,38	6075,00	8,5526	1,68668	2313,000	**,029**
	Hayır	80	69,41	5553,00				
Teknoloji ve yönetim	Evet	72	72,62	5228,50	10,5197	2,41949	2600,500	,295
	Hayır	80	79,99	6399,50				
Teknoloji izleme	Evet	72	78,25	5634,00	21,8278	6,90098	2682,000	,540
	Hayır	79	73,95	5842,00				
Teknoloji korkusu	Evet	72	75,69	5450,00	9,8278	2,67023	2822,000	,934
	Hayır	79	76,28	6026,00				
Teknoloji ve internet	Evet	71	76,62	5440,00	15,2980	4,93125	2796,000	,869
	Hayır	80	75,45	6036,00				
Teknoloji ve gelişme	Evet	72	76,86	5534,00	18,9079	4,47118	2854,000	,923
	Hayır	80	76,18	6094,00				
Teknoloji benimseme	Evet	72	70,60	5083,00	19,4434	3,87493	2455,000	,115
	Hayır	80	81,81	6545,00				
Teknoloji güven	Evet	72	79,84	5748,50	10,4276	2,58268	2639,500	,371
	Hayır	80	73,49	5879,50				
	Toplam	152						

Katılımcıların düzenli spor yapma değişkeni ile teknolojiye yönelik tutumları incelendiğinde, teknoloji kullanımı alt boyutunda anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir($p<0,05$). Diğer taraftan teknoloji ve karamsarlık, teknoloji ve yönetim, teknoloji izleme, teknoloji korkusu, teknoloji ve internet, teknoloji ve gelişme, teknoloji benimseme ve teknoloji güven arasında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir($p>0,05$).

Tablo4. Teknolojiye Karşı Tutum Ölçeği Toplam Puan

X	122,34
Ss	12,63
Min	101,00
Max	169,00

Katılımcıların teknolojiye karşı tutum ölçeğinden aldıkları ortalama puanlar incelendiğinde x=122,34 olduğu görülmektedir. Buna göre, katılımcıların teknolojiye karşı tutumlarının yüksek düzeyde olduğu söylenebilir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırma bulguları incelendiğinde, beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknolojiye karşı tutumlarının x=122,34 yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda cinsiyet değişkeni ile teknoloji kullanımı ve teknoloji izleme alt boyutu, düzenli spor yapma değişkeni ile de teknoloji kullanımı alt boyutu arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir. Yılmaz (2008) tarafından yapılan araştırmada, beden eğitimi ve spor öğretim elemanlarının teknolojiye karşı genel olarak olumlu tutum sergiledikleri, ancak büyük bir bölümünün görev yaptıkları okullardaki teknolojik donanımı yetersiz buldukları ve çoğunun teknolojiyle ilgili herhangi bir eğitime ya da kursa katılmadığı belirlenmiştir.

Yılmaz (2005) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, eğitim sürecinde teknoloji kullanımının öğrencilerin başarı düzeyi ve tutumları üzerindeki etkisi incelenmiş ve teknolojik araçların hem başarı hem de tutum açısından olumlu etkiler sağladığı ortaya konulmuştur. Bu kapsamda öğretmenlerin teknolojiye karşı tutumlarının yüksekte olsa kurumlarında yeteri kadar teknolojik alt yapının olmaması kullanım oranlarını düşürdüğü söylenebilir. Aynı zamanda teknolojik alt yapının az olması öğrencilerin başarılarını ve tutum düzeylerini olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Yapılan çalışmada katılımcıların cinsiyet değişkenine ilişkin dağılımları incelendiğinde teknoloji kullanımı ve teknoloji izleme alt boyutunda anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Aksoğan ve Bulut (2020), öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik bakış açılarının cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterdiğini tespit etmiştir. Elde edilen verilere göre, erkek öğretmen adayları, kadın meslektaşlarına kıyasla teknolojiye karşı daha olumlu bir tutum sergilemektedir. Bu bulgu, Bekiroğulları ve arkadaşları (2007), Özer (2018) ile Sainz ve Lopez-Saez (2010) tarafından yürütülen çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, literatürde kadınların teknolojiye yönelik tutumlarının erkeklere göre daha olumlu olduğunu savunan araştırmalar da mevcuttur (Özarslan ve ark., 2013; Metin ve ark., 2013; Dargut ve Çelik, 2014; Şahin ve Arslan, 2019). Ayrıca, yapılan çalışmada cinsiyetler arasında eğitimde teknoloji kullanma becerileri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemesine rağmen, erkek öğretmen adaylarının kadınlara kıyasla teknoloji kullanım becerilerinin daha yüksek olduğunu gösteren araştırmalar da bulunmaktadır (Birgin ve ark., 2010; Menzi ve ark., 2012).

Yapılan araştırmada, beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknolojik aletlerle ilgilenme süreleri ile teknolojiye yönelik tutumları arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının teknolojik aletler ile ilgilenme süresi değişkenine göre teknoloji tutum ölçeğinin alt boyutlarında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımına yönelik tutumlarının sadece teknolojiyle ilgilenme sürelerine bağlı olarak değişmediğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Turhan ve Canpolat (2023) tarafından yapılan bir çalışmada da spor bilimleri öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) tutumları ile internet kullanım süreleri arasında genel ölçekte anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ancak, bazı alt boyutlarda düşük düzeyde pozitif ilişki saptanmıştır. Bu sonuç, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik genel tutumlarının, teknolojiyi kullanma süresinden ziyade teknolojiyi hangi amaçlarla ve ne kadar etkili kullandıkları ile daha yakından ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Diğer taraftan, Karababa ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmada ise günlük internet kullanım süresi yüksek olan öğretmen adaylarının, özellikle "sosyal ağlar" alt boyutunda anlamlı düzeyde daha olumlu tutum sergiledikleri bulunmuştur. Bu durum, teknolojik araçlarla daha fazla zaman geçiren bireylerin belirli dijital alanlara yönelik daha olumlu bir bakış açısına sahip olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, teknolojiye yönelik tutumların tek başına kullanım süresiyle açıklanamayacağı, bunun yanında kullanım amacı, dijital okuryazarlık düzeyi ve pedagojik entegrasyon becerilerinin de önemli belirleyiciler olduğu söylenebilir. Dolayısıyla, beden

eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknolojiyi sadece kullanım süresi açısından değil, etkili ve amaçlı bir şekilde ders içeriklerine entegre edebilmeleri için desteklenmeleri gerekmektedir.

Yapılan araştırmada, düzenli spor yapan beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknoloji kullanımı alt boyutunda anlamlı düzeyde daha olumlu tutuma sahip oldukları belirlenmiştir. Buna karşın, Bayram vd. (2019) tarafından Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi öğrencileriyle yürütülen çalışmada, spor yapan ve yapmayan öğrenciler arasında teknoloji kullanım tutumları açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu iki farklı bulgu birlikte değerlendirildiğinde, spor yapma alışkanlığının teknolojiye yönelik tutum üzerindeki etkisinin yalnızca fiziksel aktiviteye katılım durumu ile sınırlı olmadığı; bireylerin alan eğitimi, teknolojiye erişim düzeyi, sporu ne kadar düzenli yaptıkları, teknolojiyi hangi amaçla kullandıkları gibi faktörlerin de bu ilişkiyi şekillendirebileceği söylenebilir. Bu durum, beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının, mesleki gereklilikler doğrultusunda teknolojiyi daha bilinçli ve planlı kullanmaya istekli olabileceklerini ve düzenli spor yapmanın getirdiği disiplinli yaşam biçiminin de bu süreci destekleyebileceğini göstermektedir.

Sonuçlara göre, beden eğitimi ve spor öğretmeni adaylarının teknolojiye yönelik olumlu tutumlarının kalıcı olabilmesi için okullardaki teknolojik altyapının güçlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının teknolojiyi sadece kullanma süresi değil, etkili ve pedagojik amaçlı kullanımı konusunda desteklenmesi önemlidir. Cinsiyet ve düzenli spor yapma gibi değişkenlerin etkisi de göz önünde bulundurularak, teknoloji entegrasyonuna yönelik farklı ihtiyaçlara uygun eğitim programları hazırlanabilir.

KAYNAKLAR

Akbaba, S. (2002). Okul yöneticilerinin teknolojiye karşı tutumlarının incelenmesi. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 286, 9–14.

Aksoğan, M., & Bulut Özek, M. (2020). Öğretmen adaylarının teknoloji yeterlilikleri ile teknolojiye bakış açısı arasındaki ilişki. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 11(2), 301–311.

Aydoğdu, A., Aydoğdu, N., Yılmaz, B. B., & Yıldız, Ö. (2024). Teknolojinin eğitimde kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 4(12), 20254–20254.

Bayram, M., Aka, S. T., & Şam, C. T. (2019). Beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencilerinin eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin tutum ve düşüncelerinin incelenmesi: Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi örneği. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 21(3), 45–55.

Bekiroğulları, Z., Paralık, C., & Hüseyin, G. (2007). A comparative study of teacher candidates' attitudes towards computing and IT in North Cyprus. *Online Submission*.

Birgin, O., Çoker, B., & Çatlıoğlu, H. (2010). Investigation of first year pre-service teachers' computer and internet uses in terms of gender. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1588–1592.

Burne, G., Ovens, A., & Philpot, R. (2018). Teaching physical education with digital technologies: A self-study of practice. *Revista Brasileira de Educação Física Escolar*, 4(2), 93–108.

Casey, A., Goodyear, V. A., & Armour, K. M. (2017). *Digital technologies and learning in physical education: Pedagogical cases*. Routledge.

Dargut, T., & Çelik, G. (2014). Türkçe öğretmeni adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin tutum ve düşünceleri. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 2(2), 28–41.

García-González, L., Gutiérrez, D., & Antúnez, A. (2020). The use of digital resources in physical education: A study on future physical education teachers in Spain. *Sustainability*, 12(10), 4030.

Karababa, Y., Yılmaz, S., Savaş, A., & Şıktar, E. (2023). Beden eğitimi ve spor öğretmen adaylarının dijital teknolojiye yönelik tutumlarının incelenmesi. *Bozok Spor Bilimleri Dergisi*, 5(1), 30–42.

Kirk, D. (2010). *Physical education futures*. Routledge.

Menzi, N., Önal, N., & Çalışkan, E. (2012). Mobil teknolojilerin eğitim amaçlı kullanımına yönelik akademisyen görüşlerinin teknoloji kabul modeli çerçevesinde incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 1(13), 40–55.

Metin, M., Birişçi, S., & Coşkun, K. (2013). Öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerine yönelik tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1345–1364.

Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 299–317.

Özarslan, M., Çetin, G., & Sarıtaş, T. (2013). Biyoloji, fizik ve kimya öğretmen adaylarının bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik tutumları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(2), 85–100.

Özer, Z. (2018). An investigation of prospective ELT teachers' attitudes towards using computer technologies in foreign language teaching. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 14(1), 328–341.

Sáinz, M., & López-Sáez, M. (2010). Gender differences in computer attitudes and the choice of technology-related occupations in a sample of secondary students in Spain. *Computers & Education*, 54(2), 578–587.

Sekaran, U. (2003). *Business research methods: A skill-building approach* (4th ed.). John Wiley & Sons.

Şahin, M. C., & Arslan-Namlı, N. (2019). Öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanma tutumlarının incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(1), 95–112.

Teo, T. (2009). Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers. *Computers & Education*, 52(2), 302–312.

Tondeur, J., Van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65, 555–575.

Turhan, G., & Canpolat, A. M. (2023). Spor bilimleri öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojisi tutumlarıyla uzaktan eğitime yönelik algıları. *Researcher: Social Science Studies*, 11(2), 76–91.

Yılmaz, İ. (2008). Beden eğitimi ve spor öğretim elemanlarının teknolojiye ilişkin tutumlarının değerlendirilmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1), 135–145.

Yılmaz, M. (2007). İlköğretim 7. sınıflarda simetri konusunun öğretiminde eğitim teknolojilerinin başarı ve tutuma etkileri [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi].

YOLCU YOĞUNLUĞUNA GÖRE DURAK OPTİMİZASYONU İÇİN SİMÜLASYON VE GÖRÜNTÜ İŞLEME DESTEKLİ ASANSÖR YÖNETİM SİSTEMİ

ELEVATOR MANAGEMENT SYSTEM SUPPORTED BY SIMULATION AND IMAGE PROCESSING FOR STOP OPTIMIZATION ACCORDING TO PASSENGER DENSITY

Beyzanur ŞAHİN

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-8341-7380

Dr. Öğr. Üyesi Oğulcan EREN

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1904-1868

ÖZET

Giriş ve Amaç: Yoğun kullanımın söz konusu olduğu hastane ve işyeri gibi yapılarda, asansör kabininin kabinde inmek isteyen yolcu bulunmadığında halde her katta durması hem bekleme süresini artırmakta hem de enerji verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışma, asansör sistemlerinde bekleme süresi ve enerji sarfiyatını azaltmayı amaçlayan, katlardaki yolcu yoğunluğuna göre duraklamaları optimize eden bir öneri sistemi geliştirilmesini kapsamaktadır. Böylece binalarda asansörlerin gerçek zamanlı koşullara daha duyarlı hâle getirilerek trafik performansını ve verimliliğini artırmaması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler: Gerçek bir beş katlı apartmandan elde edilen zaman verileri kullanılarak Python programlama dili ile özgün bir simülasyon altyapısı geliştirilmiştir. Sisteme entegre edilen kamera modülü ile görüntü işleme teknikleri uygulanarak bekleyen kişi sayısının tespiti sağlanmıştır. Bu veriler, gelecekteki asansör kontrol kararlarının temelini oluşturacak şekilde sistemde kullanılmak üzere kurgulanmıştır. Geliştirilen sistem, modüler yapısıyla farklı bina tiplerine kolayca uyarlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, fiziksel asansör sistemleriyle entegre çalışabilecek donanımsal ve yazılımsal altyapıya sahip olmasına dikkat edilmiştir.

Bulgular: Önerilen sistem, asansör dolu olduğunda gereksiz duraklamaları önleyerek hem bekleme süresinde azalma hem de enerji tüketiminde tasarruf sağlamıştır. Beş katlı binalarda önerilen sistemin her üç yoğunluk türünde de ortalama %25 zaman tasarrufu sağladığı gözlemlenmiştir. Üç katlı binalarda bu oran %26–27'ye çıkarken, on katlı binalarda ortalama %30'luk bir iyileşme elde edilmiştir. Bu sonuçlar, önerilen sistemin yalnızca yüksek katlı yapılarda değil, düşük katlı binalarda da etkili ve uygulanabilir bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, Asansör optimizasyonu, Simülasyon sistemi

ABSTRACT

Introduction and Purpose: In buildings with high usage such as hospitals and workplaces, unnecessary elevator stops at every floor—even when there are no passengers intending to exit—lead to increased waiting times and reduced energy efficiency. This study aims to develop a recommendation system that optimizes elevator stops based on passenger density at each floor, with the goal of minimizing waiting times and energy consumption. By doing so, the system seeks to enhance traffic performance and overall efficiency by enabling elevators to respond more effectively to real-time conditions.

Materials and Methods: An original simulation infrastructure was developed using the Python programming language, based on time data collected from a real five-story apartment building. A camera module was integrated into the system to detect the number of waiting passengers using image processing techniques. These data were designed to form the basis for future elevator control decisions. The system was intentionally designed with a modular structure to allow easy adaptation to different types of buildings. Furthermore, care was taken to ensure compatibility with physical elevator systems in terms of both hardware and software.

Results: The proposed system reduced unnecessary stops when the elevator was full, thereby decreasing waiting times and energy consumption. In five-story buildings, the system achieved an average of 25% time savings across all three passenger density scenarios. In seven-story buildings, this rate increased to 26–27%, while in ten-story buildings, approximately 30% improvement was observed. These results demonstrate that the proposed solution is effective and applicable not only in high-rise structures but also in low-rise buildings.

Keywords: Image processing, Elevator optimization, Simulation system

GİRİŞ

Kentsel nüfusun artışı ve yüksek katlı yapıların çoğalmasıyla birlikte, asansör sistemleri modern yaşamın vazgeçilmez bir parçası hâline gelmiştir. Başlangıçta yalnızca binalar içinde basit taşıma araçları olarak tasarlanan asansörler, kent yaşamının giderek karmaşıklaşmasıyla birlikte daha akıllı ve uyarlanabilir sistemlere duyulan ihtiyacın merkezine yerleşmiştir. Bu teknolojik dönüşümün temel itici gücü yalnızca verimlilik değil; aynı zamanda enerji tüketimini, zaman kayıplarını ve işletme maliyetlerini azaltma gerekliliğidir (UN DESA, 2018; Zhang & Lu, 2019).

Bununla birlikte, asansörlere olan talepteki artışa rağmen sektör hâlen inovasyon ve teknolojik özerklik konusunda temel sorunlarla karşı karşıyadır. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın (2015) raporlarında da belirtildiği üzere, Türkiye'de asansör sektörünün araştırma ve geliştirme altyapısı yeterince gelişmiş değildir. Benzer şekilde, 2016 yılında düzenlenen Asansör Sempozyumu'nda da sektörün ithal teknolojiye bağımlılığına dikkat çekilmiş ve yerli üretim, tasarım ve yenilik kapasitesinin güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (TMMOB, 2016). Bu tür bir bağımlılık yalnızca Türkiye'ye özgü olmayıp, küresel ölçekte teknolojik ilerlemenin hızı ile teknolojik yeterliliklerin dengesiz dağılımı arasındaki yapısal gerilimin bir yansımasıdır (Lee & Kim, 2017; Mazzucato, 2018).

Bu bağlamda, yapay zekâ, makine öğrenmesi ve görüntü işleme teknolojilerinin asansör sistemlerine entegrasyonu, geleneksel sistem anlayışından köklü bir kopuşu temsil etmektedir. Söz konusu teknolojiler, asansörlerin yolcu yoğunluğunu anlık olarak analiz etmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda daha önce yalnızca önceden tanımlanmış kurallarla sınırlandırılan karar alma süreçlerini de iyileştirir (Wang ve ark., 2021; Chen, Mao ve Liu, 2014). Zhou ve Huang (2020) gibi araştırmacılar, video tabanlı görüntü işleme yoluyla yolcu

sayısının hassas biçimde tespit edilebildiğini ortaya koyarken, Jia, Li ve Zhao (2020) görsel ve işitsel verileri bir araya getiren çok modlu sistemlerin olağandışı durumları saptamadaki potansiyelini incelemiştir. Bu tür gelişmeler, özellikle çocuklar, yaşlı bireyler ve engelli kullanıcılar gibi hassas grupların güvenliğinin sağlanması açısından kritik öneme sahiptir.

Öte yandan, enerji verimliliğine yönelik artan küresel ilgi, yapay zekâ destekli grup kontrol sistemlerinin araştırılmasını da beraberinde getirmiştir. Genetik algoritmalar, bulanık mantık ve pekiştirmeli öğrenme gibi yöntemlere dayalı algoritmalar, geleneksel sabit modellere kıyasla daha esnek ve uyarlanabilir çözümler sunmaktadır (Kim, Park ve Lee, 2021; Liu & Zhang, 2022). Ancak tüm bu ilerlemelere rağmen, sektörde hâlen "Elevate" gibi yabancı menşeili ticari simülasyon yazılımlarına olan bağımlılık, yerli teknolojik kapasitenin gelişiminde süregelen bir boşluğu gözler önüne sermektedir (Peters Research Ltd., 2023).

Bu açığın kapatılması yalnızca teknik bir gereksinim değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve ulusal dijital bağımsızlık açısından da stratejik bir öncelik taşımaktadır. Takai ve Nakamura'nın (2019) da savunduğu gibi, yerli olarak geliştirilen modüler trafik analiz sistemleri, dışa bağımlılığı azaltma ve teknolojik egemenliği destekleme açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, Nesnelerin İnterneti (IoT) ile entegre çalışan izleme platformlarının yaygınlaşması, gerçek zamanlı veri toplanmasına olanak tanıyarak asansör trafik desenlerinin daha iyi analiz edilmesini mümkün kılmakta ve sektörün dijital dönüşüm sürecine katkı sunmaktadır (Özcan & Ertürk, 2021; Perera ve ark., 2017; Gubbi ve ark., 2013).

Sonuç olarak, önceki araştırmalar çoğunlukla ya simülasyon temelli optimizasyon ya da anlık doluluk tespiti üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak her iki yaklaşımı birleştiren bütünleşmiş sistemlerin eksikliği hâlen önemli bir boşluk olarak varlığını sürdürmektedir. Bu çalışmanın temel amacı hem gerçek zamanlı görüntü işleme hem de simülasyon tabanlı trafik analizini bir araya getiren akıllı bir asansör yönetim sistemi geliştirerek söz konusu boşluğu doldurmaktır. Bu tür bir sistemin, modern yapılarda işletme verimliliğini artırması, enerji tüketimini azaltması ve kullanıcı deneyimini iyileştirmesi yönünde güçlü bir potansiyeli bulunmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, toplam yolcu sayısı sabit tutulmak suretiyle (10, 18 ve 34), 5, 7 ve 10 katlı binalarda farklı katlara dağıtılmış yolcu yoğunluklarının asansör performansı üzerindeki etkisi simülasyonlar aracılığıyla incelenmiştir. Alt, orta ve üst katlarda olmak üzere üç farklı yoğunluk dağılımı test edilmiştir. Her bir dağılım senaryosu için mevcut sistem ile önerilen sistem karşılaştırılmış; toplam asansör kullanım süresi ve elde edilen iyileşmeler analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, yolcu yoğunluğu arttıkça önerilen sistemin performans avantajının belirgin biçimde arttığını ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, Yu ve ark. (2007) ile Ahmed ve ark. (2022) gibi önceki araştırmalardan ayrışmakta; toplam yolcu sayısını sabit tutarak katlar arası yoğunluk farklarının etkisini özgün bir şekilde izole edebilmektedir.

Mevcut Asansör Verilerinin Toplanması

İlk olarak, örnek bir asansörün çalışma süreleri hesaplandı. Katlar arası seyahat süreleri, kapı açma, yolcu transferi ve kapı kapatma süreleri gerçek bir asansörde ölçüldü. Seçilen asansör beş katlı bir konut binasındaydı. Gerçek asansör verileri kullanılarak Python tabanlı bir simülasyon ortamı geliştirildi.

Toplanan Verilerle Trafik Simülasyonunu Kullanma

Gerçek bir konut asansörünün zaman verileri kullanılarak Python tabanlı özel bir simülasyon ortamı geliştirildi. Katlar arası seyahat süresi, kapı açma/kapama ve yolcu aktarma süreleri gibi parametreler çeşitli trafik senaryoları oluşturmak ve analiz etmek için kullanıldı. Hem durdurma

özelliği olmayan mevcut asansör sistemi hem de durdurma özelliği olan yeni sistem ayrı ayrı kodlandı ve karşılaştırıldı. Örnek bir senaryoda, tüm yolcuların zemin kata indiği varsayılarak, yoğun kalkış saatlerinde her katta bekleyen yolcu sayısı belirlendi. Her iki sistemin çalışma süreleri, farklı kat sayıları ve yolcu yoğunlukları altında hesaplanarak performansları karşılaştırıldı.

Tablo 1. 5 Katlı Binada Kat Başına Bekleyen Yolcu Sayısı

Alt Kat Yoğun		**Orta Kat Yoğun**		**Üst Kat Yoğun**	
5 KATLI BİNA-1	Binen Yolcu	**5 KATLI BİNA-2**	Binen Yolcu	**5 KATLI BİNA-3**	Binen Yolcu
1.KAT	3	1.KAT	1	1.KAT	1
2.KAT	3	2.KAT	2	2.KAT	1
3.KAT	1	3.KAT	3	3.KAT	2
4.KAT	2	4.KAT	2	4.KAT	3
5.KAT	1	5.KAT	2	5.KAT	3
TOPLAM	10	**TOPLAM**	10	**TOPLAM**	10

Tablo 1, beş katlı bir binanın üç yoğunluk seviyesindeki manuel girilmiş yolcu sayılarını göstermektedir. Hangi yoğunluk koşullarında sistemin daha fazla zaman kazancı sağladığı ve performans artışı olduğu belirlendi.

Tablo 2. 7 Katlı Binada Kat Başına Bekleyen Yolcu Sayısı

Alt Kat Yoğun		**Orta Kat Yoğun**		**Üst Kat Yoğun**	
7 KATLI BİNA-1	Binen Yolcu	**7 KATLI BİNA-2**	Binen Yolcu	**7 KATLI BİNA-3**	Binen Yolcu
1.KAT	4	1.KAT	2	1.KAT	1
2.KAT	4	2.KAT	2	2.KAT	2
3.KAT	3	3.KAT	3	3.KAT	1
4.KAT	3	4.KAT	4	4.KAT	3
5.KAT	1	5.KAT	4	5.KAT	3
6.KAT	2	6.KAT	2	6.KAT	4
7.KAT	1	7.KAT	1	7.KAT	4
TOPLAM	18	**TOPLAM**	18	**TOPLAM**	18

Tablo 2’de 7 katlı binanın üç farklı yolcu yoğunluğuna göre katlarda bekleyen yolcu sayıları manuel olarak girilmiştir. Hangi yoğunluklarda daha verimli çalıştığı ve ne kadar zaman tasarrufu sağladığı analiz edildi.

Tablo 3. 10 Katlı Binada Kat Başına Bekleyen Yolcu Sayısı

Alt Kat Yoğun		**Orta Kat Yoğun**		**Üst Kat Yoğun**	
10 KATLI BİNA-1	Binen Yolcu	**10 KATLI BİNA-2**	Binen Yolcu	**10 KATLI BİNA-3**	Binen Yolcu
1.KAT	6	1.KAT	1	1.KAT	1
2.KAT	6	2.KAT	3	2.KAT	2
3.KAT	5	3.KAT	3	3.KAT	1
4.KAT	4	4.KAT	4	4.KAT	2
5.KAT	4	5.KAT	6	5.KAT	3
6.KAT	3	6.KAT	6	6.KAT	4
7.KAT	2	7.KAT	5	7.KAT	4
8.KAT	1	8.KAT	3	8.KAT	5
9.KAT	2	9.KAT	2	9.KAT	6
10.KAT	1	10.KAT	1	10.KAT	6
TOPLAM	34	**TOPLAM**	34	**TOPLAM**	34

Tablo 3, 10 katlı binanın üç farklı yolcu yoğunluğuna göre katlarda bekleyen yolcu sayıları manuel olarak girilmiştir. Hangi yoğunluklarda daha verimli çalıştığı ve ne kadar zaman tasarrufu sağladığı analiz edildi.

Asansör Simülasyonu İçin Kodun Yapısı

Aşağıda, asansör sisteminin temel işlevlerini yerine getiren birkaç önemli kod parçası bulunmaktadır:

```
Asansörün_inilecegi_kat_sayisi = 0  # Tüm yolcuların hedefi 0. kat
Katlar_arasi_süre = 0.205  # dakika
Yolcu_transfer_süresi = 0.15  # dakika
Kapinin_açiliş_süresi = 0.03  # dakika
Kapinin_kapaniş_süresi = 0.17  # dakika
asansör_kabin_limiti = 6
```

Şekil 1. Gerçek verilerle oluşturulan asansör parametrelerine ait kod satırı

Şekil 1 gerçek bir asansörden manuel ölçülmüş süreleri göstermektedir. Kapı işlemleri ve yolcu binme süreleri doğrudan kabin gözlemiyle kaydedilmiştir. Simülasyon modeli yolcuları en üst kattan en alt kata taşıyarak konut ve işyeri ortamlarındaki yoğun kullanımı yansıtmaktadır. Bu senaryo gerçekçi koşullar altında sistem performansını değerlendirmektedir.

```
# Katlara göre yolcu dağılımı
katlara_gore_binen_yolcu_sayisi = {
    7: 4,
    6: 4,
    5: 3,
    4: 3,
    3: 1,
    2: 2,
    1: 1
}
```

Şekil 2. Katlara göre bekleyen yolcu sayılarını gösteren kod satırı

Şekil 2, yedi katlı bir binada her bir katta bekleyen yolcu sayılarını temsil eden kod yapısını göstermektedir. Gerçek bir uygulamada bu veriler manuel olarak girilmeyecek; bunun yerine görüntü işleme teknikleriyle otomatik olarak toplanacaktır. Simülasyon döngüsü, en üst kattan başlayarak zemin kata doğru ilerler ve her bir katta asansör döngüsü devam eder. Bu yapı, kapı açma-kapama işlemleri, biniş süreleri ve katlar arası seyahat süresi gibi unsurların ayrıntılı biçimde zamanlanmasına olanak tanır. Modelde, üst katlardaki yolcuların asansörü çağırarak iniş yaptığı varsayımı benimsenmiştir; bu da gerçek hayattaki asansör davranışlarını yansıtmaktadır.

Yolcuların kabine biniş süresi, kişi başı transfer süresi ile yolcu sayısının çarpılması yoluyla hesaplanır ve bu da sistemdeki bekleme süresine doğrudan etki eder. Asansör kapasitesinin aşılmaması için her durakta kalan kapasite güncellenir. Katlar arası yolculuk süresi, birim mesafe süresi ile katedilen kat sayısının çarpımıyla elde edilir. Elde edilen sürelerin daha

anlaşılır hale getirilmesi amacıyla Python programlama diliyle geliştirilen bir fonksiyon aracılığıyla zaman değerleri saat, dakika ve saniye biçiminde yeniden biçimlendirilmiştir. Bu yöntem, simülasyonun gerçekçiliğini artırarak sistemin işleyişine dair daha sağlıklı performans değerlendirmeleri yapılmasını mümkün kılmaktadır.

```
    # Aşağı iniş – kapasite dolana kadar yolcu alır, dolduğunda çağırılan katlarda durur ama yolcu alamaz
    for kat in range(yukari_kat, 0, -1):
        tur_süresi += Kapinin_açiliş_süresi + Kapinin_kapaniş_süresi

        binen_yolcu = geride_kalan_yolcular.get(kat, 0)
        kalan_kapasite = asansör_kabin_limiti - mevcut_yolcu_sayisi

        if binen_yolcu > 0:
            if kalan_kapasite > 0:
                alinacak = min(kalan_kapasite, binen_yolcu)
                mevcut_yolcu_sayisi += alinacak
                geride_kalan_yolcular[kat] -= alinacak
                tur_süresi += alinacak * Yolcu_transfer_süresi
                print(f"{kat}. katta {alinacak} yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: {mevcut_yolcu_sayisi}")
            else:
                print(f"{kat}. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.")
        else:
            print(f"{kat}. katta duruldu ama yolcu yok.")
```

Şekil 3. Var olan asansör sisteminin çalışma mantığını gösteren kod satırı

Şekil 3'te gösterilen simülasyon modelinde, asansörün en üst katından başlayarak birinci kata kadar her katta durması esas alınmıştır. Bu yöntem, her kat için ayrı işlemlerin detaylı şekilde yapılabilmesine olanak tanımakta; yolcu alımı, kapı açma-kapama süreleri ve katlar arası geçiş gibi zaman faktörleri doğru biçimde hesaplanmaktadır. Her durakta yolcu sayısına bağlı olarak yolcu transfer süresi, toplam tur süresine eklenmektedir. Yolcu başına belirlenen binme süresi, o katta binen yolcu sayısı ile çarpılarak ilgili zaman hesaplanmakta ve simülasyonun gerçekliğini artırmaktadır.

Var olan asansör sistemlerinde; kabin tamamen dolu olsa dahi, diğer katlardan gelen çağrı talepleri doğrultusunda asansör durmaya devam etmektedir. Bu durum, asansörün yalnızca taşıma kapasitesiyle değil, aynı zamanda katlardan gelen talep ve yolcu ihtiyaçlarıyla da uyumlu çalışmasını sağlamaktadır. Özellikle yoğun saatlerde (örneğin sabah işe giriş veya akşam çıkış saatlerinde), asansör dolu olsa bile çağrı yapılan katlarda durmak zorundadır.

Asansör dolu olduğunda yeni yolcu alamasa da çağrı yapılan katta durması, yolcu taleplerine karşılık vermek ve sistemin düzenli çalışmasını sürdürmek açısından önemlidir. Böylece,

asansör kapasite sınırlarına rağmen çağrılara cevap vererek verimli ve kesintisiz hizmet sunmaktadır

```
    # Aşağı iniş - kapasite dolana kadar yolcu alır, dolduğunda çağırılan katlarda durmaz
    for kat in range(yukari_kat, 0, -1):
        if kat != yukari_kat:
            tur_süresi += Katlar_arasi_süre  # her katta bir alt kata geçerken süre eklenir

        if mevcut_yolcu_sayisi == asansör_kabin_limiti:
            print(f"{kat}. katta durulmadı çünkü asansör dolu.")
            continue  # süre eklenmez çünkü durulmadı, sadece katlar arası süre zaten eklendi

        binen_yolcu = geride_kalan_yolcular.get(kat, 0)
        kalan_kapasite = asansör_kabin_limiti - mevcut_yolcu_sayisi

        if binen_yolcu > 0 and kalan_kapasite > 0:
            alinacak = min(kalan_kapasite, binen_yolcu)
            mevcut_yolcu_sayisi += alinacak
            geride_kalan_yolcular[kat] -= alinacak

            tur_süresi += Kapinin_açiliş_süresi
            tur_süresi += alinacak * Yolcu_transfer_süresi
            tur_süresi += Kapinin_kapaniş_süresi

            print(f"{kat}. katta {alinacak} yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı:
{mevcut_yolcu_sayisi}")
        elif binen_yolcu > 0:
            print(f"{kat}. katta durulmadı çünkü asansör dolu.")
        else:
            print(f"{kat}. katta durulmadı çünkü yolcu yok.")
```

Şekil 4. Önerilen asansör sisteminin çalışma mantığını gösteren kod satırı

Şekil 4, önerilen asansör sisteminin mantığını temsil eden algoritmayı göstermektedir. Gösterilen algoritma, bir asansörün iniş sırasında kapasite dolana kadar yolcu almasını ve kapasite dolduktan sonra çağrılan katlarda durmamasını amaçlamaktadır. Asansör en üst kattan başlar ve aşağı doğru hareket eder, her katta bekleme sürelerini ekler. Eğer kapasite henüz dolmamışsa, sistem her katta bekleyen yolcu olup olmadığını kontrol eder. Yer varsa, mevcut kapasiteye göre biniş gerçekleşir. Kapı açma, biniş (yolcu sayısına orantılı) ve kapı kapama süreleri toplam süreye eklenir. Yolcu sayıları her duraktan sonra güncellenir.

İmalat Aşamasında Mekanik Kısımlardaki Elektronik Bileşenlerin Birleştirilmesi

Bu çalışmada önerilen sistemin hayata geçirilebilmesi için kamera ve görüntü işleme destekli bir yolcu sayma mekanizması geliştirilmiş, bu sistem Raspberry Pi platformu kullanılarak prototip olarak uygulanmıştır. Kamera, kabin içindeki yolcu sayısını algılamakta; elde edilen veriler Raspberry Pi tarafından işlenerek asansörün durup durmama kararlarını yönlendiren kontrol sistemine aktarılmaktadır. Bu sayede, özellikle kabin doluluk oranı üst sınırı aşıldığında, asansörün yolcu alımı yapmadan geçiş yapması sağlanmış; gereksiz duraklamaların önüne geçilerek zaman tasarrufu elde edilmiştir.

Daha önceki çalışmalarda Lee ve Park (2019), kızılötesi (IR) sensörler kullanarak yolcu hareketlerini analiz etmiş; Zhang ve ark. (2021) ise yalnızca kapı giriş alanlarına odaklanan çözümler sunmuştur. Bu çalışmanın farkı, doğrudan görüntü işleme yoluyla kabin içindeki yolcu sayılarını tespit etmesidir.

Bu bağlamda, çalışmamızın farkı; kamera destekli görüntü işleme sisteminin doğrudan kabin içi yolcu sayısını analiz etmesi, verileri gerçek zamanlı kullanarak hareket algoritmalarını optimize etmesi ve bunu asansör simülasyonuyla bütünleştirerek sistematik performans ölçümüne olanak tanımasıdır. Ayrıca kullanılan donanımın düşük maliyetli ve taşınabilir olması, sistemin yaygınlaştırıla bilirliğini artırmaktadır.

Kabin içindeki kamera sistemi, anlık görüntüleri işleyerek kontrol mekanizmasına veri sağlamaktadır. Güç adaptörü, sistemin kesintisiz ve dengeli çalışmasını garanti ederken, soğutma ünitesi donanımın aşırı ısınmasını önleyerek güvenli operasyonu desteklemektedir. Görüntülerin HDMI üzerinden iletilmesi sayesinde, yolcu sayısı ve sistem durumu gibi bilgiler anlık olarak izlenebilmektedir.

Görüntü İşlemede İnsan Tespiti

Bu çalışmada, asansör kabinindeki yolcu sayısını belirlemek amacıyla, Raspberry Pi üzerinde OpenCV kütüphanesi kullanılarak gerçek zamanlı video görüntü işleme teknikleri uygulanmıştır. İnsan tespiti için Haar Cascade sınıflandırıcıları ile Yönlendirilmiş Gradyan Histogramı (HOG) yöntemi birlikte tercih edilmiştir. HOG algoritması, düşük çözünürlüklü görüntülerde yüksek başarı göstermesi ve gömülü sistemlerde verimli çalışması nedeniyle uygun bulunmuştur. YOLO gibi daha yüksek işlem gücü gerektiren yöntemler ise, Raspberry Pi gibi sınırlı donanımlı platformlarda gerçek zamanlı kullanım için elverişli değildir.

Algılama süreci, canlı video yakalama, nesne tanıma ve tespit edilen bireylerin sınırlandırıcı kutu ve etiketlerle gösterilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Raspberry Pi kamera modülüyle uyumlu çalışan picamera2 kütüphanesiyle Haar Cascade sınıflandırıcılar entegre edilmiştir. Bu yöntem, düşük maliyetli ve gerçek zamanlı bir doluluk takibi sunarak, asansörün kapasite sınırına ulaştığında gereksiz duraklamaların önlenmesine katkı sağlayan akıllı bir sistem altyapısı oluşturmuştur.

BULGULAR

Asansör Simülasyonu İçin Kodun Çıktısı

Çalışmada kullanılan kodun çalıştırılması sonucunda aşağıda gösterilen çıktı elde edilmiştir. Bu çıktı, kodun amaçlanan fonksiyonları başarıyla yerine getirdiğini göstermektedir.

Sistem Çıktıları

Var olan Sistemin Çıktısı

Bu çıktı var olan sistemin çalışma şekline göre yazılan simülasyonun sonucudur.

```
1. TUR BAŞLADI
Asansör yukarı 7. kata çıktı.
7. katta 4 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 4
6. katta 2 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 6
5. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.
4. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.
3. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.
2. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.
1. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.
0. kata ulaşıldı. 6 yolcu indirildi.
2. TUR BAŞLADI
Asansör yukarı 6. kata çıktı.
6. katta 2 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 2
5. katta 3 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 5
4. katta 1 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 6
3. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.
2. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.
1. katta duruldu ama asansör dolu. Yolcu alınamadı.
0. kata ulaşıldı. 6 yolcu indirildi.
3. TUR BAŞLADI
Asansör yukarı 4. kata çıktı.
4. katta 2 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 2
3. katta 1 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 3
2. katta 2 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 5
1. katta 1 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 6
0. kata ulaşıldı. 6 yolcu indirildi.
Turların süreleri:
1. Tur: 0 saat 6 dakika 3 saniye
2. Tur: 0 saat 5 dakika 27 saniye
3. Tur: 0 saat 4 dakika 14 saniye
Tüm turlar tamamlandı. Toplam süre: 0 saat 15 dakika 45 saniye
```

Şekil 4. Var olan asansör sisteminin simülasyon çıktı sonucu

Şekil 4’te bulunan simülasyon çıktısı, mevcut asansör sisteminin katlar arasında yolcu alım ve indirme süreçlerini, ayrıca tur sürelerini ayrıntılı olarak göstermektedir. Örnek senaryoda, her turda asansörün hangi kata çıktığı, o katta kaç yolcu alındığı ve asansörde toplam kaç yolcunun bulunduğu açıkça belirtilmiştir. Asansör, yolcu kapasitesine ulaştığında bazı katlarda durmasına rağmen yeni yolcu alamamış, bu durum gerçek sistemlerde yaşanan kapasite sınırlamasını yansıtmaktadır.

Her turun sonunda, asansör tüm yolcuları indirdiği alt kata ulaştığında, o turun toplam süresi kaydedilmiştir. Gözlemlenen sürelerin azalması, simülasyon sürecinde yolcu dağılımı ve katlardaki bekleyen yolcu sayısının farklılaşmasıyla açıklanabilir.

Kod, aynı zamanda asansörün günlük taşıma kapasitesini ve taşıdığı toplam yolcu sayısını göstererek, asansörün verimliliğini analiz etmeye olanak tanır. Bu sayede, asansörün ne kadar verimli çalıştığı ve kapasitesini ne kadar doğru kullandığı hakkında bilgi edinilebilir.

Önerilen Sistemin Çıktısı

Bu çalışmada geliştirilen simülasyon yapısı, 5, 7 ve 10 katlı binalarda farklı yolcu yoğunluğu dağılımları altında asansör sistemlerinin toplam seyahat süresini hesaplamak amacıyla oluşturulmuştur.

```
1. TUR BAŞLADI
Asansör yukarı 7. kata çıktı.
7. katta 4 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 4
6. katta 2 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 6
5. katta durulmadı çünkü asansör dolu.
4. katta durulmadı çünkü asansör dolu.
3. katta durulmadı çünkü asansör dolu.
2. katta durulmadı çünkü asansör dolu.
1. katta durulmadı çünkü asansör dolu.
0. kata ulaşıldı. 6 yolcu indirildi.
2. TUR BAŞLADI
Asansör yukarı 6. kata çıktı.
6. katta 2 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 2
5. katta 3 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 5
4. katta 1 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 6
3. katta durulmadı çünkü asansör dolu.
2. katta durulmadı çünkü asansör dolu.
1. katta durulmadı çünkü asansör dolu.
0. kata ulaşıldı. 6 yolcu indirildi.
3. TUR BAŞLADI
Asansör yukarı 4. kata çıktı.
4. katta 2 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 2
3. katta 1 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 3
2. katta 2 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 5
1. katta 1 yolcu alındı. Asansördeki kişi sayısı: 6
0. kata ulaşıldı. 6 yolcu indirildi.
Turların süreleri:
1. Tur: 0 saat 4 dakika 10 saniye
2. Tur: 0 saat 3 dakika 57 saniye
3. Tur: 0 saat 3 dakika 20 saniye

Tüm turlar tamamlandı. Toplam süre: 0 saat 11 dakika 28 saniye
```

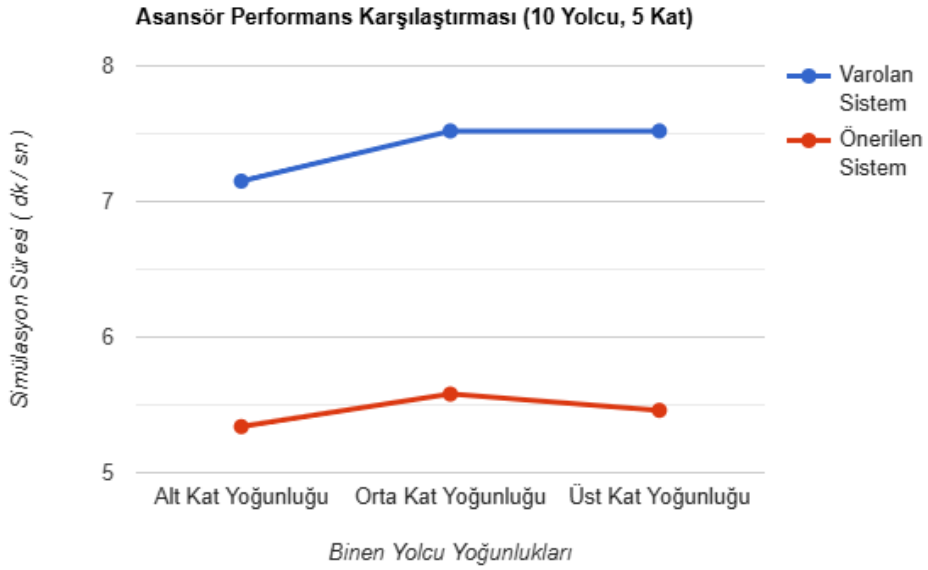
Şekil 5. Önerilen asansör sisteminin simülasyon çıktı sonucu

Şekil 5'te sunulan yapıya göre, önerilen asansör sistemi kabin kapasitesi dolduğunda yeni kat çağrılarını dikkate almaz; yalnızca mevcut yolcuların hedef katlarına ulaşımını sağlar. Bu strateji, gereksiz duraklamaların önüne geçerek boşta geçen süreyi azaltmakta ve sistemin genel

çalışma verimliliğini artırmaktadır. Özellikle yoğun saatlerde ve çok katlı binalarda, dış çağrılara kıyasla kabin içindeki yolculara öncelik verilmesi, hareket süresini kısaltarak sistem performansını iyileştirmektedir. Kapasiteye dayalı bu kontrol yaklaşımı, gecikmeleri azaltmakta, trafik akışını daha düzenli hâle getirmekte ve kullanıcı deneyimini daha hızlı ve etkin bir hizmetle desteklemektedir.

Sistem Çıktılarının Karşılaştırılması

5 Katlı Bina Sonuçları



Şekil 6. 5 Katlı Binada Mevcut ve Önerilen Sistemlerin Yoğunluğa Göre Simülasyon Zamanlarının Karşılaştırılması

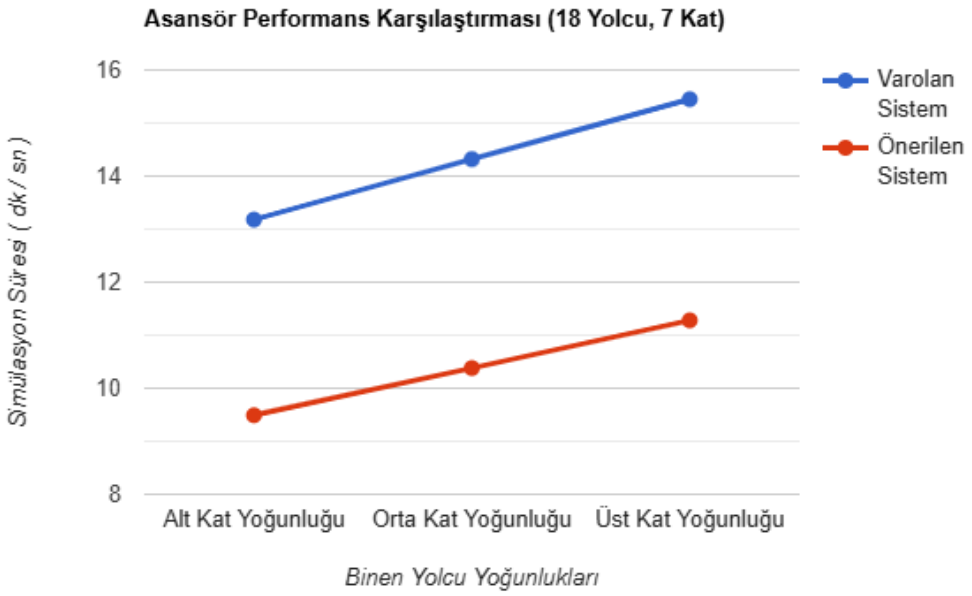
Şekil 6, beş katlı bir binada, sabit toplam 10 yolcu ile alt, orta ve üst kat yoğunluk senaryolarında, mevcut ve önerilen asansör sistemlerinin seyahat sürelerini karşılaştırmaktadır. Sonuçlar, önerilen sistemin mevcut sistemden sürekli olarak daha iyi performans gösterdiğini ve en büyük zaman tasarrufunun üst kat yoğunluğu senaryosunda gözlendiğini göstermektedir.

Yoğunluk Türü	Var Olan Sistem	Önerilen Sistem	Süre Azalması	İyileşme (%)
Alt Kat Yoğunluğu	7 dk 15 sn = 435 sn	5 dk 34 sn = 334 sn	101 sn	%23,2
Orta Kat Yoğunluğu	7 dk 52 sn = 472 sn	5 dk 58 sn= 358 sn	114 sn	%24,2
Üst Kat Yoğunluğu	7 dk 52 sn = 472 sn	5 dk 46 sn= 346 sn	126 sn	%26,7

Tablo 4. 5 Katlı Binada Yoğunluk Tiplerine Göre Zaman Azaltma ve İyileştirme Karşılaştırması

Tablo 4, önerilen sistemin beş katlı binadaki üç yoğunluk tipinde de önemli iyileştirmeler sağladığını ve ortalama %25 zaman tasarrufu sağladığını göstermektedir. Bu, sistemin daha küçük ölçekli binalarda da etkili olduğunu göstermektedir.

Katlı Bina Sonuçları



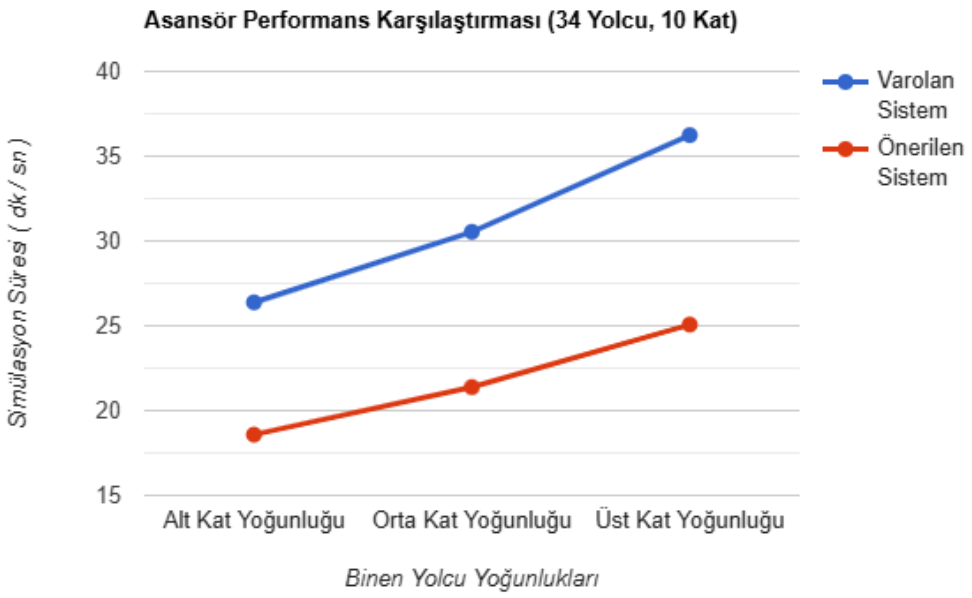
Şekil 7. 7 Katlı Binada Mevcut ve Önerilen Sistemlerin Yoğunluğa Göre Simülasyon Zamanlarının Karşılaştırılması

Şekil 7, yedi katlı bir binada, 18 yolcu sabitken, farklı kat yoğunluğu senaryolarında önerilen sistemin iyileştirme yüzdelerini göstermektedir. Sonuçlar, yoğunluk yukarı doğru kaydıkça performans kazanımlarının arttığını, en yüksek iyileştirmenin (%27,2) üst kat senaryosunda olduğunu göstermektedir.

Yoğunluk Türü	Var Olan Sistem	Önerilen Sistem	Süre Azalması	İyileşme (%)
Alt Kat Yoğunluğu	13 dk 18 sn = 798 sn	9 dk 49 sn = 589 sn	209 sn	%26,2
Orta Kat Yoğunluğu	14 dk 32 sn = 872 sn	10 dk 38 sn= 638 sn	234 sn	%26,8
Üst Kat Yoğunluğu	15 dk 45 sn = 945 sn	11 dk 28 sn= 688 sn	257 sn	%27,2

Tablo 5. 7 Katlı Binada Yoğunluk Tiplerine Göre Zaman Azaltma ve İyileştirme Karşılaştırması

10 Katlı Bina Sonuçları



Şekil 8. 10 Katlı Binada Mevcut ve Önerilen Sistemlerin Yoğunluğa Göre Simülasyon Zamanlarının Karşılaştırılması

Şekil 8, 34 yolcunun sabit olduğu on katlı bir binada farklı kat yoğunluğu senaryoları altında önerilen sistemin iyileştirme oranlarını göstermektedir. Sonuçlar, sistem verimliliğinin bina yüksekliği ile arttığını ve en yüksek iyileştirmenin (%31,0) en üst kat yoğunluğu senaryosunda gözlendiğini göstermektedir.

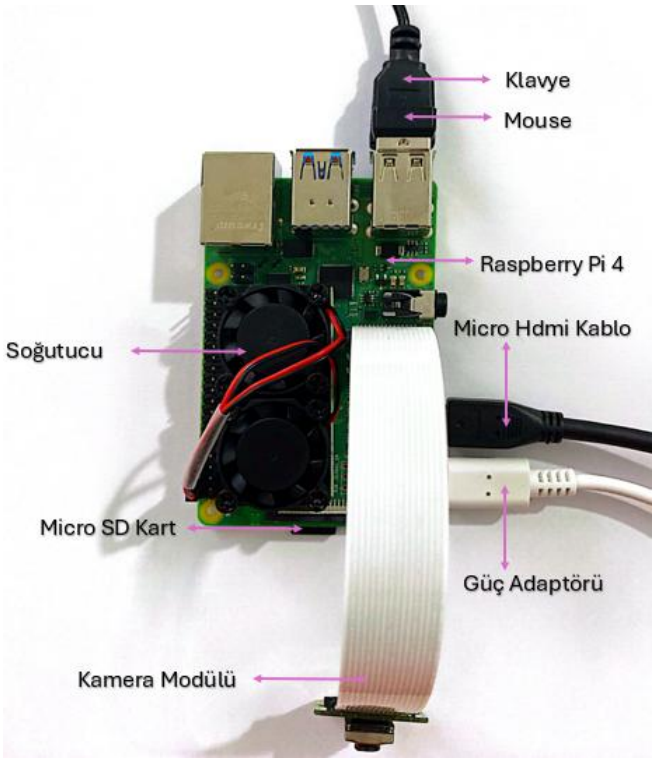
Yoğunluk Türü	Var Olan Sistem	Önerilen Sistem	Süre Azalması	İyileşme (%)
Alt Kat Yoğunluğu	26 dk 38 sn = 1598 sn	18 dk 58 sn = 1138 sn	460 sn	%28,8
Orta Kat Yoğunluğu	30 dk 54 sn = 1854 sn	21 dk 38 sn = 1298 sn	556 sn	%30,0
Üst Kat Yoğunluğu	36 dk 24 sn = 2184 sn	25 dk 07 sn = 1507 sn	677 sn	%31,0

Tablo 6. 10 Katlı Binada Yoğunluk Tiplerine Göre Zaman Azaltma ve İyileştirme Karşılaştırması

Tablo 6, önerilen sistemin on katlı binalarda ortalama %30'luk bir zaman tasarrufu ile önemli avantajlarını vurgulamaktadır. Bu durum, sistemin yüksek yolcu trafiği olan yüksek binalarda etkinliğini açıkça göstermektedir. Üst katlarda yüksek yolcu yoğunluğunun olduğu durumlarda faydalar daha da artmaktadır.

Mekanik cihazların entegrasyonunun Sağlanması

Simülasyonun gerçek ortamda test edilmesi için Raspberry Pi tabanlı bir görüntü işleme sistemi geliştirilmiştir. Yüz algılama, Python ve OpenCV'nin Haar Cascade yöntemi ile gerçekleştirilmiş, kamera görüntüleri picamera2 kütüphanesiyle işlenip HDMI ekran üzerinden gerçek zamanlı gösterilmiştir. Sistemde, güç adaptörü, SD kart, klavye ve fare gibi donanımlar kullanılmış; uzun süreli çalışmayı desteklemek için pasif soğutma ve koruyucu muhafaza uygulanmıştır. Bu düzenlemeler, sistemin güvenli ve kararlı çalışmasını sağlamıştır.



Resim 1. Raspberry Pi donanım bağlantılarının genel görünümü

Şekil 1'de Raspberry Pi cihazının HDMI çıkışı, güç kaynağı, SD kart ve USB bağlantı noktaları aracılığıyla klavye ve fare gibi çevre birimleri kurulumu gösterilmektedir.

Resim 2. Raspberry Pi'nin kutulu son hâli

Sistem kablolarla bağlantı sağlandıktan sonra, kart fiziksel darbelere karşı korunması ve daha düzenli kullanım için plastik kutu içerisine yerleştirilmiş hali Resim 2'de görülmektedir. Bu kurulum, taşınabilirlik açısından da avantaj sağlamaktadır.

Görüntü İşlemede İnsan Tespitinin Sağlanması

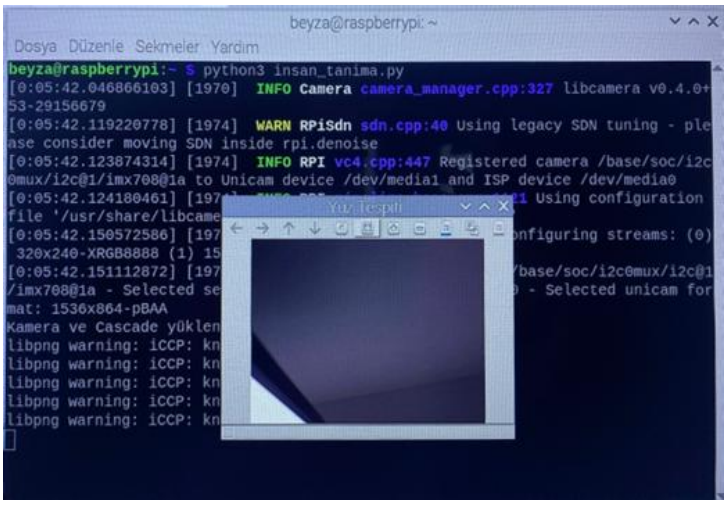
Sistemin görüntü işleme ve insan algılama özellikleri OpenCV ve Haar Cascade sınıflandırıcıları kullanılarak gerçekleştirildi. Raspberry Pi Kamera Modülü'nden gelen

görüntüler gri tonlamaya dönüştürüldü ve yüzler tespit edilip sınırlayıcı kutular ve etiketlerle işaretlendi.

Sistem terminal üzerinden çalıştırılıyor ve kamera aktif hale geldiğinde gerçek zamanlı algılama başlıyordu. Çıktılar doğru ve hatasız algılamayı gösteriyordu, bu da insan tanıma modülünün asansör sistemine entegre edilebileceğini doğruluyordu.

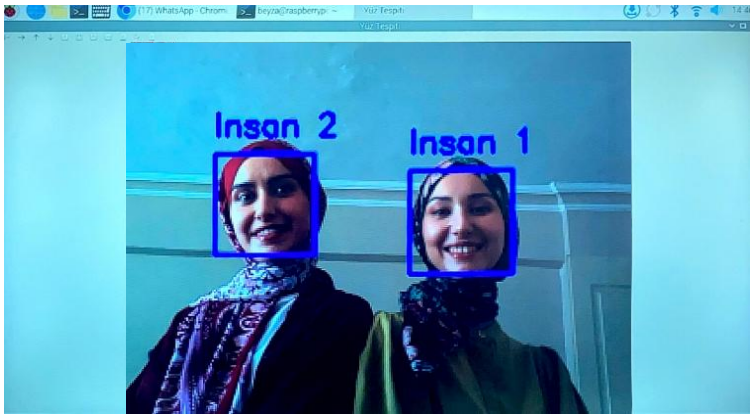
Resim 3. Raspberry Pi sistem arayüzünün HDMI kablo üzerinden TV ekranına yansıtılması

Resim 3’teki görselde, Raspberry Pi'nin bir televizyon ekranına HDMI bağlantısı aracılığıyla bağlanarak sistem arayüzünün başarıyla görüntülendiği görülmektedir. Bu bağlantı, geliştirmenin görsel takibi ve kullanıcı etkileşimi için önemli bir adımdır.



Resim 4. Kamera akışının terminal komutu ile başlatılması

Resim 4’te terminal ekranında python3 insan_tanima.py komutu çalıştırılarak yüz tanıma sistemi başlatılmıştır. Bu adım, yazılımın Raspberry Pi üzerinde aktif hale gelmesini sağlar.



Resim 5. Kamerayla kişi sayısının algılanması ve etiketlenerek ekrana yansıtılması

Resim 5'te, kamera tarafından algılanan insan yüzleri aracılığıyla kişi sayısının tespit edilmesini ve bu bilginin gerçek zamanlı olarak ekranda gösterilmesini göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, asansör sistemlerinin trafik analizini yapabilmek ve performansını değerlendirmek amacıyla düşük maliyetli, esnek ve geliştirilebilir bir simülasyon ortamı oluşturulmuştur. Gerçek bir beş katlı apartman asansöründen elde edilen zaman verileri temel alınarak, Python programlama dili ile özgün bir simülasyon altyapısı geliştirilmiş ve klasik ticari yazılımlara alternatif olacak şekilde, dışa bağımlı olmadan analiz yapılması sağlanmıştır. Geliştirilen modelde, katlar arası geçiş süreleri, kapı açılıp kapanma zamanları ve yolcu transfer süreleri dikkate alınarak, çeşitli senaryolar altında asansörün trafik performansı analiz edilmiştir.

Ayrıca, kamera destekli nesne tanıma sisteminin entegre edilmesiyle birlikte, yolcu sayısının tespit edilerek asansörün gereksiz duraklamalarının önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Raspberry Pi tabanlı bu sistemde; gerçek zamanlı görüntü işleme, veri analizi, soğutma ve enerji yönetimi gibi birçok teknik detay başarıyla entegre edilmiş, sistemin modüler ve genişletilebilir olması sağlanmıştır.

Simülasyon sonuçlarına göre, önerilen sistemin geleneksel sistemlere kıyasla bekleme süresi, gereksiz durma oranı ve taşıma verimliliği açısından daha yüksek performans sergilediği görülmüştür. Böylece hem kullanıcı memnuniyetini artıracak hem de enerji tüketimini optimize edecek bir yapı önerilmiştir. Çalışmada geliştirilen sistem, özellikle insan yoğunluğunun yüksek olduğu konutlar, yurtlar, ofisler ve hastane gibi yapılarda uygulanabilir potansiyele sahiptir.

Gelecekte, yüz tanıma gibi gelişmiş görüntü işleme yöntemlerinin entegrasyonu, bina bazlı adaptif karar algoritmaları ve kablosuz iletişim protokolleriyle sistemin daha da geliştirilmesi mümkündür. Bu bağlamda çalışma, düşük maliyetli ve uygulanabilir çözümlerle akıllı bina teknolojilerine katkı sunmayı amaçlamaktadır.

KAYNAKÇA

Ahmed, M., Khan, R. A., & Shah, S. A. A. (2022). An efficient elevator group control system using metaheuristic algorithms. *International Journal of Transportation Engineering and Technology*, 8(1), 1–9. https://doi.org/10.11648/j.ijtet.20220801.11

Dalal, N., & Triggs, B. (2005). Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. In *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)* (Vol. 1, pp. 886–893). IEEE. https://doi.org/10.1109/CVPR.2005.177

Jia, X., Li, Y., & Zhao, L. (2020). Multi-modal systems for unusual event detection in elevator cabins combining video and audio data. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 24(3), 245–258. https://doi.org/10.1080/15472450.2020.1734392

Kim, J., Park, C., & Lee, S. (2021). A fuzzy logic-based elevator group control system for energy efficiency. *Automation in Construction*, 127, 103698. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103698

Lee, J., & Park, K. (2019). Passenger detection and elevator control using infrared sensors and Arduino. *Journal of Sensor Applications*, 37(4), 207–215.

Li, H., Zhang, Y., & Xu, B. (2020). Real-time passenger detection in elevators using YOLO and embedded vision systems. *Embedded Systems Letters*, 12(3), 85–88. https://doi.org/10.1109/LES.2020.2994283

Liu, Y., & Zhang, H. (2022). Reinforcement learning-based control for smart elevator scheduling. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 18(5), 3371–3380. https://doi.org/10.1109/TII.2021.3110839

Ministry of Science, Industry, and Technology. (2015). *Elevator sector report*. Ankara: Republic of Türkiye.

Özcan, M., & Ertürk, M. (2021). IoT-based elevator monitoring system for smart buildings. *Journal of Building Engineering*, 35, 102096. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102096

Peters Research Ltd. (2023). *Elevate simulation software*. Retrieved from https://www.peters-research.com

Takai, M., & Nakamura, K. (2019). Modular elevator simulation platforms for local R&D empowerment. *Journal of Urban Technology*, 26(1), 97–111. https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1555574

TMMOB (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği). (2016). *Asansör Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. MMO Yayınları.

Yıldız, A., & Demir, T. (2020). Türkiye asansör sektöründe yerli üretim ve dışa bağımlılık sorunu. *Teknolojik Araştırmalar Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 17(3), 45–58.

Yu, W., Wen, J., & Xia, Y. (2007). A simulation approach to evaluating elevator performance with dynamic passenger behavior. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 15(8), 1013–1026. https://doi.org/10.1016/j.simpat.2007.03.003

Zhang, L., Chen, S., & Wang, Q. (2021). Real-time crowd estimation in elevator areas using embedded camera systems. *Sensors*, 21(14), 4789. https://doi.org/10.3390/s21144789

Zhou, Z., & Huang, Y. (2020). Video image processing for elevator traffic analysis: A case study. *Journal of Building Performance*, 11(2), 112–120.

KADİNLARİN İŞ GÜCÜ PİYASASINA GİRİŞİNDEKİ ZORLUKLAR; CAM TAVAN SENDROMU

CHALLENGES FACED BY WOMEN IN ENTERING THE LABOR MARKET: THE GLASS CEILING SYNDROME

Meliha YURTTAŞ

Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Yüksek Lisans Öğrenci, Ordu, Türkiye

ORCID: https://orcid.org/0009-0004-1453-6145

ÖZET

Günümüzde örgütlerin rekabet avantajı elde edebilmesi ve çevresel değişimlere uyum sağlayabilmesi, büyük ölçüde nitelikli insan kaynağını bünyelerine katmalarına bağlıdır. Ancak, özellikle kadınların iş yaşamında karşılaştıkları görünmeyen kariyer engelleri, insan kaynağı planlamasında ciddi zorluklar yaratmaktadır. Bu engellerin başında gelen cam tavan sendromu, kadınların sahip oldukları yetkinlik ve potansiyele rağmen üst düzey yönetim pozisyonlarına erişimlerini engellemektedir. Özellikle kamu sektöründe ve eğitim yönetiminde görev yapan kadınların, uzun mesai saatleri, rol çatışmaları ve geleneksel toplumsal cinsiyet rollerinin baskısıyla yönetici pozisyonlarını hedeflemekten çekindikleri görülmektedir. Bu durum, tükenmişlik, işten ayrılma eğilimi ve örgütsel bağlılıkta azalma gibi sonuçlar doğurmakta; bu da iş gücü kaybına ve verimlilik kaybına yol açmaktadır. Bu bağlamda, kadınların kariyerlerinde karşılaştıkları engellerin, hem bireysel hem de kurumsal düzeyde büyük zorluklara neden olduğu ortaya çıkmaktadır. Sağlık, finans gibi hizmet sektörlerinde yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kadın çalışanların iş yerlerinde karşılaştıkları cinsiyet temelli önyargılar ve tutumlar, liderlik pozisyonlarına erişimlerini engellemektedir. Cam tavan algısının ve mobbingin pozitif yönde ilişkili olduğu ve bu durumun çalışan memnuniyetini, iş gücü motivasyonunu ve kurumsal verimliliği olumsuz şekilde etkilediği saptanmıştır. Ayrıca, bu tür engeller, kurumsal verimliliği ve iş gücü çeşitliliğini artırma çabalarını da zorlaştırmaktadır. Toplumsal cinsiyet eşitsizliği ve ataerkil yönetim yapıları, kadınların üst düzey pozisyonlara ulaşmalarını engellemektedir. Ataerkil toplum yapısında erkek etkin bir rol üstlenirken, kadın daha çok edilgen bir konumda bırakılır (Karadeniz, 2019). Bu durum, iş gücünde önemli bir potansiyel kaybına yol açmaktadır. Kadınların karşılaştığı duygu, aile ve rol model sendromları gibi psikososyal engeller, yalnızca bireysel kariyer gelişimlerini değil, aynı zamanda kurumsal gelişimi de sınırlamaktadır. Sonuç olarak, cam tavan sendromu yalnızca bireysel kariyer ilerlemesini değil, kurumların yetenekli insan kaynağını değerlendirme kapasitelerini de olumsuz etkileyen yapısal bir sorundur. Bu nedenle, kurumların eşitlik temelli insan kaynakları politikaları geliştirmeleri, kadınların kariyer gelişimlerini destekleyen uygulamaları hayata geçirmeleri ve iş gücü çeşitliliğini artırmaya yönelik stratejiler oluşturmaları gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kadın, Cam Tavan, İş Gücü

ABSTRACT

Today, the ability of organizations to gain competitive advantage and adapt to environmental changes depends to a large extent on the recruitment of qualified human resources. However, the invisible career barriers that especially women face in business life create serious difficulties

in human resource planning. The glass ceiling syndrome, which is one of these barriers, prevents women from accessing senior management positions despite their competence and potential. Especially women working in the public sector and in educational administration are hesitant to aim for managerial positions due to long working hours, role conflicts and the pressure of traditional gender roles. This situation leads to burnout, tendency to leave the job and decrease in organizational commitment, which in turn leads to loss of workforce and loss of productivity. In this context, it becomes clear that the obstacles women face in their careers cause great difficulties at both individual and organizational levels. Similar results have been obtained in studies conducted in service sectors such as health and finance. Gender-based prejudices and attitudes that women employees face in the workplace prevent them from accessing leadership positions. It has been found that glass ceiling perception and mobbing are positively correlated and that this situation negatively affects employee satisfaction, workforce motivation and organizational efficiency. Moreover, such barriers complicate efforts to increase organizational productivity and workforce diversity. Gender inequality and patriarchal management structures prevent women from reaching senior positions. In a patriarchal society, men play an active role while women are left in a passive position (Karadeniz, 2019). This leads to a significant loss of potential in the workforce. Psychosocial barriers such as emotion, family and role model syndromes that women face limit not only their individual career development but also organizational development. As a result, the glass ceiling syndrome is a structural problem that negatively affects not only individual career progression but also the capacity of organizations to utilize talented human resources. Therefore, organizations need to develop equality-based human resources policies, implement practices that support women's career development, and develop strategies to increase workforce diversity.

Keywords: Women, Glass Ceiling, Labor Force

GİRİŞ

Toplumların gelişim sürecinde kadınlar, tarihsel olarak gerek ev içi gerekse kamusal alanda çeşitli roller üstlenmiş, ekonomik ve sosyal yaşama farklı düzeylerde katılım göstermiştir. Ancak bu katılım her zaman eşit fırsatlar çerçevesinde gerçekleşmemiş, özellikle karar alma ve yönetim kademelerinde cinsiyete dayalı ayrımcılıklar ön plana çıkmıştır. Kadınların iş gücüne katılımı artmasına rağmen, üst düzey yönetim pozisyonlarına erişimde benzer bir artış gözlemlenmemektedir. Literatürde bu durum, “cam tavan sendromu” (glass ceiling syndrome) kavramıyla açıklanmakta ve kadınların liyakatlerine rağmen üst yönetim kademelerine erişememeleri şeklinde tanımlanmaktadır (Morrison, White ve Van Velsor, 1987).Görünmez ve yapısal engellerin bir sonucu olarak da değerlendirilmektedir. Cam tavan sendromu; kadınların bilgi, yetenek ve deneyim açısından yeterli olmalarına karşın, örgütlerde belirli bir hiyerarşik düzeyin üzerine çıkamamalarına neden olan, çoğu zaman açıkça ifade edilmeyen, ancak etkisi hissedilen engeller bütünüdür.Yapılan birçok ulusal ve uluslararası araştırma, kadın çalışanların özellikle üst düzey yönetim pozisyonlarına terfi etmede cinsiyet temelli ayrımcılıkla karşılaştıklarını ortaya koymaktadır. Bu durum sadece toplumsal cinsiyet rollerinin yeniden üretimiyle açıklanamaz; aynı zamanda kadınların iş yaşamındaki psikolojik, kurumsal ve kültürel engellerle mücadelesini de içermektedir. Uzun çalışma saatleri, rol çatışmaları, yönetici pozisyonuna ulaşmada yeterli destek mekanizmalarının eksikliği gibi faktörler, kadınların yönetsel kariyer yolculuklarında ilerlemelerini zorlaştırmaktadır. Eğitim, sağlık, finans ve kamu sektörlerinde yapılan çalışmalar, bu engellerin farklı yoğunluklarda da olsa kadın çalışanlar tarafından ortak şekilde deneyimlendiğini göstermektedir.Kadınların yönetim pozisyonlarında yeterince temsil edilememesi, yalnızca bireysel bir sorun olmanın ötesinde, örgütsel verimlilikten toplumsal kalkınmaya kadar birçok alanda olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Günümüzde birçok araştırma, kadınların yönetsel yetkinliklerinin yüksek

organizasyonel performans, daha yenilikçi kararlar ve çalışan memnuniyeti gibi çıktılarla ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır. Buna rağmen, toplumsal cinsiyet rolleri, geleneksel değer yargıları, örgütsel kültür ve informal iletişim ağlarından dışlanma gibi faktörler kadınların kariyer yolculuklarını sekteye uğratmaktadır.Cam tavan sendromu; eğitimden sağlığa, kamu yönetiminden özel sektöre kadar geniş bir yelpazede kendini göstermekte ve çoğu zaman sistematik bir şekilde yeniden üretilmektedir. Türkiye'de ve dünyada yapılan araştırmalar, kadınların karar verici konumlara ulaşmasında benzer engellerle karşılaştığını ortaya koyarken, bu engellerin kırılabilmesi için gerek yasal gerekse kurumsal düzeyde kapsamlı düzenlemelerin yapılması gerektiğini vurgulamaktadır.Cam tavan sendromu, bireylerde tükenmişlik hissine yol açarak işten ayrılma eğilimini artırmakta ve örgütsel bağlılığı olumsuz yönde etkilemektedir. Kurumsal düzeyde ise yetenek yönetimi, iş gücü planlaması ve çeşitlilik politikalarının etkinliğini sınırlandırmaktadır. Bu sendromun en belirgin etkilerinden biri, kurumların sahip oldukları nitelikli kadın iş gücünden yeterince faydalanamamalarıdır. İş gücü zorluklarının bu perspektiften ele alınması, özellikle insan kaynakları yönetimi ve örgütsel gelişim açısından büyük önem taşımaktadır.Bu çalışma, Türkiye'de kadınların üst düzey yönetim pozisyonlarına erişiminde karşılaştıkları cam tavan engellerini ele almayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda bu engellerin hangi kurumsal yapılarda daha yoğun hissedildiğinden söz edilmiştir.Böylece kadınların iş dünyasına katılmalarındaki zorluklar göz önüne serilmiştir.

CAM TAVAN SENDROMU

Cam tavan, kadınların kariyer basamaklarında belirli bir düzeye kadar yükselebilmesine rağmen, daha üst kademelere geçişlerinde karşılaştıkları, görünmeyen fakat etkili engelleri ifade eden bir kavramdır. Bu engeller çoğunlukla açıkça ifade edilmemekte, dolayısıyla tanımlanması güç olmakla birlikte, bireyin kariyer gelişimi üzerinde önemli bir sınırlayıcı rol oynamaktadır. Kavram, ilk kez 1986 yılında *Wall Street Journal* tarafından kullanılmış ve iş dünyasında kadınların, geleneksel firma kültürü ve kalıplaşmış düşünceler sebebiyle üst yönetim pozisyonlarına ulaşamadıkları vurgulanmıştır (Wesarat ve Mathew, 2017: 22-23).

Kadınların mesleki bilgi ve becerilerine rağmen uzmanı oldukları alanlardan dışlanmaları, iş yaşamında cinsiyet ayrımcılığının varlığını ortaya koymakta; bu durum, kadınların liyakatleri doğrultusunda terfi etmelerini engelleyebilmektedir (Ayrancı ve Gürbüz, 2012: 128). Özyer ve Azizoğlu'na (2014: 96) göre cam tavan, örgüt içinde kadın çalışanların üst düzey yönetim pozisyonlarına ulaşmasını engelleyen, görünür olmayan yapay engeller bütünüdür.

Her ne kadar birçok gelişmiş ülke mevzuatında ve uluslararası belgelerde, kadın ve erkek tüm çalışanlara fırsat eşitliği sunulduğu belirtilse de, kadınlar iş yaşamında sıklıkla görünmeyen bariyerlerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu bağlamda, yönetim literatüründe kadınların maruz kaldığı, resmi olmayan ve somut olarak belirlenemeyen engeller "Cam Tavan Sendromu" olarak tanımlanmaktadır (Lockwood, 2004: 2).

Bu sendrom, yalnızca kadınları değil, kimi zaman etnik azınlıkları veya erkek bireyleri de etkileyebilmektedir. Özellikle kadınların yönetim kademelerine yükselmesinde; güçlü iletişim becerileri, hırs, zekâ, çok çalışma ve yetenek gibi unsurlar etkili olmasına rağmen, annelik rolü, erkek egemen iletişim ağları ve kadınların kariyer tercihlerindeki farklılıklar da engelleyici unsurlar olarak öne çıkmaktadır (Bulut, 2014).

Öğüt (2006:58), cam tavan sendromunu "kadın çalışanların üst kademe yönetim pozisyonlarına ulaşmasını engelleyici davranışsal ve örgütsel önyargılardan kaynaklanan görünmez kariyer engelleri" olarak tanımlamaktadır. Cam tavanın oluşumuna neden olan faktörler farklı kategorilerde sınıflandırılmıştır. Örücü ve arkadaşları (2007: 119), bu engelleri; erkek

yöneticiler tarafından oluşturulan engeller (örneğin, kadınlarla iletişim kurmada yaşanan zorluklar), kadın yöneticilerin neden olduğu engeller (örneğin, "kraliçe arı sendromu") ve bireyin kendi içsel sınırlamaları (örneğin, kişisel gelişim arzusunun eksikliği) olarak üç ana başlıkta incelemiştir. Anafarta ve arkadaşları (2008: 111) ise cam tavanın nedenleri arasında; toplumsal cinsiyet kalıpları, rol çatışmaları, rehberlik eksikliği, iletişim ağlarının darlığı ve doğrudan ya da dolaylı ayrımcılığı göstermektedir.

Cam tavan, bireylerin mesleki nitelikleri, eğitim düzeyleri ve deneyimlerine rağmen, örgüt içerisindeki sistematik önyargılar ve kurumsal kültürden kaynaklı olarak yükselme fırsatlarını sınırlandırmaktadır. Bu durum, yalnızca bireylerin kariyer gelişimini değil, aynı zamanda işyerinde motivasyon, verimlilik ve kurumsal bağlılık gibi faktörleri de olumsuz yönde etkilemektedir. İş yaşamına yeni adım atan bireyler, kariyerlerinin ilk evrelerinde çeşitli engellerle karşılaşmakta ve bu engellerin aşılabilmesi çoğu zaman yalnızca bireysel çabalarla değil, kurumsal dönüşümle mümkün olabilmektedir.

LİTERATÜR TARAMASI

Kadınların İş Gücü Piyasasına Girişindeki Zorluklar; Cam Tavan Sendromu konusunda gerek ulusal gerekse uluslararası literatür de pek çok çalışma bulunaktadır. Ulusal ve uluslararası literatür de bulunan bazı çalışmalar şunlardır;

Broughton ve Mıller (2009) çalışmalarında; kadınların üst düzey pozisyonlara yükselmelerine engel olan nedenler incelenmektedir. Almanya, Yunanistan, İsveç, Birleşik Krallık ve ABD gibi beş ülkede üst düzey görev alan kadınlarla yapılan görüşmeler sonucu elde edilen nitel verilere dayanmaktadır. Ağ kurma zorlukları, kadınlara ilişkin algılar, kurum kültürü, kadınların deneyim kazanma becerisi ve iş ile çocuk sorumluluğunu bir arada yürütmeye ilişkin alanlarda iyileşmeler tespit edilmiştir.

Viljoen ve Dunga, (2013) çalışmalarında Güney Afrika'nın Bophelong Kasabası'nda kadın istihdamını belirleyen faktörler ele alınmıştır. Lojistik regresyon modeli kullanılmıştır. Kalabalık aile, yaş, medeni durum, geçim sıkıntıları iş gücüne katılıp katılamayacağının önemli belirleyicileri olduğunu göstermektedir.

Yıldız (2014) çalışmasında ;İkincil veriler kullanarak cam tavanı Türkiye'deki üst düzey kurumlarda ortaya çıkarmaktır. Çalışmanın sonucuna göre; Üst düzey yönetici ve bürokrasi kademelerinde kadın oranın %10 seviyesinde olduğu görülmüştür.

Sabharwal (2015) çalışmasında;2010 Federal Çalışan Bakış Açısı Anketinden elde edilen verileri kullanarak, kadınların çeşitli ABD federal hükümet kurumlarında (dağıtımcı, yeniden dağıtımcı, düzenleyici ve seçmen politikası) Üst Düzey Yönetici Hizmetinde (SES) karşılaştıkları zorlukları incelemektedir. SES kadınlarının cam uçurumlarla karşı karşıya gelme ihtimalinin fazla olduğunu göstermektedir. Glass ve Cook (2016) çalışmalarında; kadınların hangi koşullarda üst düzey liderlik pozisyonlarına yükseldiklerini inceleyerek ve bu pozisyonlara geldikten sonra karşılaştıkları fırsatları ve zorlukları araştırmıştır. Araştırma sonucu kadınların liderlik alanındaki konumlarını daha iyi anlamaya yönelik çalışmalara katkı sağlamaktadır. Fortune 500'de analiz edilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, kadın liderler erkek liderlere kıyasla görev süreleri daha az yaşamaktadır.

Utma (2019) çalışmasında; Türkiye'de literatür taraması yapılarak "Cam Tavan" kavramı açıklanmıştır. Kadınların **üst düzey yönetici pozisyonlarına gelmelerini engelleyen faktörler** incelenmiş ve bu engellerin **toplumsal, örgütsel ve bireysel** nedenlerden kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Yamak ve arkadaşları (2019) çalışmalarında Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde kadınların istihdamı üzerindeki sosyal, siyasi ve ekonomik yapının temelini oluşturan unsurların nedenlerini oluşturan kurumların etkilerini incelemeyi hedeflemişlerdir. 1990-2016 yılları arasını Fark ve Sistem GMM yöntemleri kullanılarak incelemiştir. Ortadoğu ve Kuzey Afrika'da, kadınların iş hayatına katılımlarının artmasıyla ile ekonomik olarak; uzun dönemde doğal kaynağa bağımlı ekonomik yapı çeşitlenebilecek, ekonomik büyüme/kalkınma/gelişme sağlanabilecek, diğer yandan da toplumsal gelir dağılımında adalet sağlanacağı sonucuna ulaşmıştır.

Sar (2020) çalışmasında; kadınların günümüzdeki istihdamı ele alınmıştır. TÜİK verilerilerinden yararlanılmıştır. Edinilen sonuçlar neticesinde Türkiye'de kadınların istihdamı tüm yönleriyle incelenmiştir. Kadın istihdamının kalkınma ve ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur. Ancak toplumsal yapının kısıtlayıcı özellikleri ve ekonomik politikaların yetersizliği nedeniyle kadın istihdamı istenilen düzeye ulaşamamıştır.

Yalçınkaya ve Dilber (2021) çalışmalarında; Türkiye'de1988-2019 yılları baz alınmıştır. Kadın istihdamın ve kadınların eğitim seviyesinin artmasının ekonomik büyüme katkısı incelenmiştir. Zaman Serisi Analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarında kadınlarda eğitim seviyesinin artmasının, istihdam edilen kadın sayısına oranla pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Ünlü ve Arkadaşları (2022) çalışmalarında; Türkiye'de lisansüstü eğitime kadınların erkeklere göre daha az talepte bulunmalarının nedenleri incelenmiştir. Toplumsal Cinsiyet Rolleri Tutum Ölçeği ve Aile-Kariyer Yönelimi Ölçeği kullanılmıştır. Üniversitede öğrenim gören 292 kadın öğrencinin örneklemini oluşturmaktadır. Elde edilen veriler neticesinde; kadın üniversite öğrencilerin, toplumsal algıları ve kariyer tercihlerini lisansüstü eğitim yapma niyetlerini önemli derece de etkilemektedir.

Özbağış (2023) çalışmasında; Türkiye'de kadın çalışanların iş hayatında karşılaştıkları **görünmez engellerin**, işten ayrılma niyetlerini nasıl etkilediğini ve örgütsel bağlılığın bu süreçte nasıl bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama tekniği: Anket yöntemiyle 378 kadın çalışan üzerinde veri toplanmıştır. Örgütsel bağlılık, işten ayrılma niyetini negatif yönde etkilememektedir. Tükenmişlik, işten ayrılma niyetini pozitif yönde etkilemektedir sonucuna varlmıştır

Atacan ve Genç (2023) çalışmalarında; Türkiye 'de Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi veri tabanında yer alan 2007-2022 yılları arasında "cam tavan sendromu" konusu üzerine yazılmış lisansüstü tezlerin bibliyotektik analiz yöntemiyle incelemiştir. Gelecekte yapılacak olan bu tür çalışmalara rehberlik edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda cam tavan sendromu konulu tezlerin birçoğunun yüksek lisans düzeyinde yazıldığı, 2018 yılında en fazla çalışmanın yapıldığı görülmüştür. İşletme Anabilim Dalı en fazla tez yazmıştır.

Yalçın (2024) çalışmasında; Toplumsal cinsiyet algısına kadınların güçlenmesinin etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ankara Mamak Belediyesine bağlı Aile Merkezlerinden hizmet alan ve araştırmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden 426 kadınla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak Sosyodemografik Bilgi Formu, Kadının Güçlendirilmesi Ölçeği ve Toplumsal Cinsiyet Algısı Ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, medeni durumun ve evlenme biçiminin toplumsal cinsiyet algısı düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir."

SONUÇ

Kadınların iş yaşamında karşılaştıkları cam tavan engeli, sadece bireysel kariyer gelişimlerini değil, aynı zamanda örgütsel yapılar ve toplumsal ilerleme süreçlerini de doğrudan etkileyen

önemli bir sorundur. Özellikle yönetim pozisyonlarına erişimde karşılaşılan görünmez engeller, kadınların bilgi, beceri ve deneyimlerine rağmen üst düzey görevlere gelmelerini zorlaştırmaktadır. Bu durum, kurumsal kaynakların etkin kullanılamamasına, motivasyon ve verimlilik kaybına, dolayısıyla insan kaynağı israfına yol açmaktadır.Araştırmalar, kamu sektörü başta olmak üzere birçok alanda kadınların uzun mesai saatleri, toplumsal cinsiyet rolleri, rol çatışmaları ve yetersiz destek mekanizmaları nedeniyle yönetici pozisyonlarına ulaşmada isteksiz ya da engellenmiş olduklarını göstermektedir. Bu tür engeller bireysel düzeyde tükenmişlik ve işten ayrılma eğilimine yol açarken; kurumsal düzeyde çeşitlilik politikalarının ve eşitlik temelli yönetim anlayışının yetersiz kalmasına sebep olmaktadır.Cam tavan sendromunun ortadan kaldırılabilmesi için yalnızca bireysel çaba yeterli değildir. Kurumsal yapıların dönüşümü, kapsayıcı insan kaynakları politikalarının hayata geçirilmesi ve cinsiyet temelli ayrımcılığı önlemeye yönelik stratejilerin benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, kadınların mesleki gelişimini destekleyen mentorluk sistemleri, şeffaf terfi süreçleri ve toplumsal farkındalık çalışmalarının artırılması, bu bağlamda atılabilecek somut adımlar arasında yer almaktadır.Sonuç olarak, cam tavan sendromunun aşılması, hem kadınların potansiyellerini tam olarak ortaya koyabilmeleri hem de kurumların sürdürülebilir başarı elde edebilmeleri açısından kritik bir gerekliliktir. Eşitlikçi bir iş ortamı oluşturmak, sadece bireylerin değil, toplumun genel refahı ve kalkınması için de stratejik bir öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Anafarta, N., Sarvan, F. & Aşan, Ö. (2008). Cam tavan sendromu: Kadınların üst yönetimde karşılaştıkları engeller. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20, 107–122.

Atacan, T., & Genç, K. Y. (2023). Kadın Çalışanların Kariyer Gelişimlerinde Cam Tavan Sendromunun Etkisi: Türkiye'de "Cam Tavan Sendromu" Konusunda Yapılan Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analiz Yöntemiyle İncelenmesi. Asya Studies, 7(24), 275-298. Https://Doi.Org/10.31455/Asya.1215280

Ayrancı, E., & Gürbüz, O. (2012). Kadınların cam tavan sendromuna yönelik algılamaları: Türkiye'deki kadın yöneticiler üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 41(2), 122–139.

Broughton, A., & Mıller, D. L. (2009). Women İn Senior Management: İs The Glass Ceiling Still İntact?. Isguc The Journal Of Industrial Relations And Human Resources, 11(5), 7-24.

Bulut, C. (2014). Cam tavan sendromu: Yönetici kadınlar üzerine bir araştırma. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 40, 201–216.

Cotter, D. A., Hermsen, J. M., Ovadia, S., & Vanneman, R. (2001). The Glass Ceiling Effect. Social Forces, 80(2), 655–681. Https://Doi.Org/10.1353/Sof.2001.0091

Glass, C., & Cook, A. (2016). Leading At The Top: Understanding Women's Challenges Above The Glass Ceiling. The Leadership Quarterly, 27(1), 51-63.

Lockwood, N. R. (2004). The glass ceiling: Domestic and international perspectives. SHRM Research Quarterly, 3(2), 1–10.

Morrison, A. M., White, R. P., & Van Velsor, E. (1987). Breaking the glass ceiling: Can women reach the top of America's largest corporations? Addison-Wesley.

Öğüt, A. (2006). Kadınların kariyer gelişimlerinde karşılaştıkları engeller: Cam tavan sendromu. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 26, 55–75.

Örücü, E., Günay, G. S., & Yücel, İ. (2007). Cam tavan sendromunun kadınların kariyer gelişimi üzerindeki etkisi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(18), 115–134.

Özbağış, A. (2023). Cam Tavan Sendromunun Kadın Çalışanlar Üzerindeki Etkisi: Bir Alan Çalışması. Biga İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(1), 1-19.

Özyer, K., & Azizoğlu, M. (2014). Cam tavan sendromu: Kadınların kariyer gelişiminde karşılaştıkları görünmeyen engeller. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 12(25), 93–104.

Sabharwal, M. (2015). From Glass Ceiling To Glass Cliff: Women İn Senior Executive Service. Journal Of Public Administration Research And Theory, 25(2), 399-426.

Sar, E. (2020). Çalışma Hayatında Kadın İstihdamı Ve Türkiye'de Yansımaları. Safran Kültür Ve Turizm Araştırmaları Dergisi, 4(1), 20-40.

Şener, İ., Erdilek Karabay, M., & Arıkan Tezergil, S. (2018). Kadın Yöneticilerin Cam Tavan Algıları Ve Kadın Yöneticilere Karşı Tutum: Finansal Hizmetler Sektöründe Bir Uygulama. Gazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 20(1), 78-98.

Terzi, G., & Deniz, L. (2020). Türkiye'de Cam Tavan Üzerine Yapılan Lisansüstü Tezlere Yönelik Bir Meta-Değerlendirme. Kesit Akademi Dergisi, 6(25), 423-452.

Utma, S. (2019). Kadına Yönelik Cinsiyet Ayrımcılığı Ve Cam Tavan Sendromu. Sosyal Ve Beşeri Bilimler Dergisi, 11(1), 44-58.

Ünlü, S., Kirazcı, F., & Büyükgöze-Kavas, A. (2022). Kadınların Lisansüstü Eğitim Niyetinde Aile-Kariyer Yönelimi Ve Toplumsal Cinsiyetin Rolü. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 20(1), 124-142. Https://Doi.Org/10.37217/Tebd.1026220

Viljoen, D. J., & Dunga, S. H. (2013). Determınıng The Factors That Influence Female Unemployment In A South Afrıcan Townshıp. International Journal Of Social Sciences And Humanity Studies, 5(1), 63-72.

Wesarat, P., & Mathew, J. (2017). Glass ceiling and women career advancement: Evidence from Malaysian organizations. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 7(5), 22–32. https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v7-i5/2862

Yalçın, M. (2024). Kadının Güçlenmesinin Toplumsal Cinsiyet Algısına Etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 26(3), 1125-1146. Https://Doi.Org/10.16953/Deusosbil.1460869

Yalçınkaya, H., & Dilber, T. (2021). Türkiye'de Eğitimli Kadınların İstihdama Ve Ekonomik Büyümeye Etkisi. Stratejik Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(2), 295-307. Https://Doi.Org/10.30692/Sisad.922602

Yıldız, S. (2014). Türkiye'de Cam Tavan Sendromunun Varlığı Üzerine Bir Araştırma. Organizasyon Ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 6(1), 72-90.

GELİR DAĞILIMI EŞİTSİZLİĞİ VE POLİTİK SONUÇLARI

INCOME INEQUALITY AND ITS POLITICAL CONSEQUENCES

Hasan Onur ERTUĞRAL

Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Yüksek Lisans Öğrenci, Ordu, Türkiye

ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3081-7173

Özet

Bu çalışma, gelir dağılımındaki adaletsizliklerin siyasal katılım ve temsildeki etkilerini kuramsal bir çerçevede ele almakta ve konuyla ilgili alanyazını sistematik biçimde incelemektedir. Gelir eşitsizliği, yalnızca ekonomik bir mesele olmanın ötesine geçerek, demokratik işleyişin niteliği üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir. Bireylerin siyasal süreçlere aktif biçimde katılma imkanlarını şekillendiren sosyoekonomik koşullar, temsil adaletinin sağlanmasında kritik rol oynamaktadır. Bu doğrultuda temel sav, gelirdeki adaletsizliğin siyasal sürece katılımı sınırlandırarak temsilin meşruiyetini ve kapsayıcılığını zayıflatabileceği yönündedir. Çalışmada, farklı sosyoekonomik yapıya sahip ülkelerde gerçekleştirilen ampirik araştırmalar üzerinden, gelir eşitsizliğinin ekonomik büyüme, siyasal istikrar, toplumsal uyum ve kamu politikalarıyla olan çok yönlü ilişkileri ayrıntılı biçimde analiz edilmiştir.

Alanyazında yer alan bulgular, özellikle düşük gelir gruplarının karar alma mekanizmalarına erişimde karşılaştığı yapısal ve kurumsal engelleri ortaya koymakta; siyasal temsilde dengesizliklerin oluştuğunu göstermektedir. Akdede ve Keyifli'nin (2020) siyasi kutuplaşma üzerine gerçekleştirdiği inceleme, gelir eşitsizliklerinin artmasının toplumsal ayrışmaları nasıl derinleştirdiğini göstermesi açısından bu çalışmanın temel savını destekler niteliktedir. Bu durum, yalnızca temsil adaletini değil, aynı zamanda demokratik sistemin istikrarını da tehdit eden yapısal bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma, söz konusu ilişkileri kuramsal düzeyde ele alarak, gelecekte gerçekleştirilecek ampirik analizler için sağlam bir kavramsal zemin oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, gelir eşitsizliğinin demokratik katılım ve temsil üzerindeki etkilerinin anlaşılması, hem akademik literatüre hem de politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eşitsizlik, Gelir dağılımı, Politik etki

Abstract

This study examines the effects of income inequality on political participation and the fairness of representation within a theoretical framework, while systematically reviewing the relevant literature. Income inequality, beyond being a purely economic issue, plays a decisive role in shaping individuals' engagement with democratic processes. The central argument posits that disparities in income can restrict participation in political processes, thereby undermining the fairness of representation. In this context, empirical studies conducted in various countries are reviewed to explore the multifaceted relationship between income inequality, economic growth, political stability, and public policy.

Findings in the literature highlight the barriers faced by low-income groups in accessing decision-making mechanisms and underscore a tendency for political representation to reflect

the interests of a narrower elite. The study by Akdede and Keyifli (2020) on political polarization is particularly noteworthy, as it illustrates how increasing income inequality contributes to deeper societal divisions. This issue emerges not only as a threat to representative justice but also as a structural risk to political stability. By outlining this complex network of relationships at the theoretical level, the study aims to provide a robust basis for future empirical research.

Key Words: Inequelity, Income Distribution, Political Impact

GİRİŞ

Gelir dağılımı ve bununla ilişkili eşitsizlikler, sosyal bilimler ve politika yapıcıların uzun süredir odak noktasında yer almaktadır. Bir toplumda üretilen refahın bireyler ve gruplar arasında nasıl bölüşüldüğü (gelir dağılımı) ve bu bölüşümdeki adaletsizlikler (gelir eşitsizliği), yalnızca ekonomik sonuçlar doğurmakla kalmayıp, aynı zamanda toplumsal ve siyasi yapıları da derinlemesine etkilemektedir. Yüksek seviyedeki gelir eşitsizliğinin toplumsal ayrışmayı artırdığı ve sosyal bütünlüğü zedelediği genel kabul gören bir olgudur (Zmerli ve Castillo, 2015). Bu çerçevede, gelir eşitsizliğinin siyasal katılım ve temsilin hakkaniyeti üzerindeki muhtemel etkileri, demokratik süreçlerin işleyişi açısından kritik bir öneme sahiptir.

Bu çalışma, gelir bölüşümü, gelirdeki eşitsizlikler, siyasal süreçlere katılım ve temsilin hakkaniyeti arasındaki teorik ve kavramsal bağlantıları irdelemeyi amaçlamaktadır. Öncelikle, çalışmanın temelini oluşturan kavramsal çerçeve sunulacak ve bu kavramların alanyazındaki yerleri açıklanacaktır. Ardından, gelir eşitsizliğinin çeşitli sosyo-ekonomik ve siyasi faktörlerle olan ilişkisini inceleyen ampirik alanyazın özetlenecektir. Bu alanyazın taraması, farklı ülke örnekleri ve zaman dilimleri üzerinden yapılan çalışmaları kapsayarak, gelir eşitsizliğinin siyasal katılım ve temsilin hakkaniyeti üzerindeki olası etkilerine dair mevcut bulguları ortaya koymayı hedeflemektedir. Son olarak, elde edilen teorik ve alanyazına dayalı çıkarımlar değerlendirilerek, gelecekteki araştırmalar için muhtemel yönler ve politika önerileri sunulacaktır. Bu inceleme, gelir eşitsizliğinin yalnızca ekonomik bir sorun olmadığını, aynı zamanda daha katılımcı ve adil bir toplumsal düzenin tesisi için de dikkate alınması gereken önemli bir siyasi boyutu olduğunu vurgulamaktadır.

Temel Kavramlar

Bu bölümde, çalışmanın kavramsal çerçevesini oluşturan ve analizlerde sıklıkla atıfta bulunulacak başlıca kavramlar teorik bağlamlarıyla birlikte ele alınmıştır. Kavramlar, yalnızca tanımsal düzeyde değil, aynı zamanda literatürdeki konumları ve çalışmayla olan ilişkileri çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Gelir Dağılımı

Gelir dağılımı, toplumda üretilen gelirin bireyler, gruplar ya da sınıflar arasında nasıl paylaşıldığını ifade eder. Ekonomik teoride genellikle iki şekilde incelenir: *fonksiyonel gelir dağılımı*, üretim faktörlerine göre (emek, sermaye, toprak) gelirin dağılımını ifade ederken; *kişisel gelir dağılımı*, bireyler arasında gözlenen farklılıkları yansıtır. Gelir dağılımının ölçümünde Lorenz eğrisi ve Gini katsayısı gibi göstergeler kullanılmakta; bu araçlar, toplumdaki eşitsizlik düzeyinin nicel olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Gelirin dağılımı yalnızca ekonomik değil, sosyal yapıyı da etkileyen belirleyici bir unsur olarak kabul edilmektedir.

Gelir Eşitsizliği

Gelir eşitsizliği, bireyler veya hane halkları arasında gelir düzeylerinin adaletsiz biçimde dağılması durumudur. Bu kavram, mutlak eşitsizlik (toplumdaki belirli gelir farkları) ve göreli eşitsizlik (farklı gruplar arası görece farklar) olmak üzere iki farklı biçimde analiz edilebilir. Ayrıca eşitsizlik; yatay (aynı gelir grubundaki bireyler arası farklılıklar) ve dikey (farklı gelir grupları arasındaki farklar) düzlemlerde de incelenebilir. Yüksek düzeyde gelir eşitsizliği, toplumsal kutuplaşmayı artırmakta ve sosyal bütünlüğü tehdit etmektedir. Bu durum, yalnızca ekonomik değil, siyasal ve kültürel alanlarda da ciddi sonuçlara yol açmaktadır.

Siyasal Katılım

Siyasal katılım, bireylerin siyasi karar alma süreçlerine doğrudan ya da dolaylı biçimde dahil olma biçimlerini kapsar. Oy verme, dilekçe sunma, siyasi partilere üyelik, protesto gösterilerine katılım gibi çok çeşitli formları içermektedir. Siyasal katılım, demokratik temsilin işlerliği açısından temel bir göstergedir. Gelir düzeyi ve ekonomik güvenlik, bireylerin katılım eğilimleri üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Literatürde, düşük gelirli bireylerin siyasal süreçlerden uzaklaşma eğiliminde oldukları ve bu durumun sistematik bir temsil adaletsizliğine yol açtığı sıklıkla vurgulanmaktadır.

Temsil Adaleti

Temsil adaleti, siyasal kurumların ve temsilcilerin toplumun tüm kesimlerini dengeli biçimde temsil etme yeterliliğini ifade eder. Temsilin yalnızca sayısal olarak değil, niteliksel anlamda da adil olması beklenir. Gelir eşitsizliğinin yüksek olduğu toplumlarda, siyasal temsilin ekonomik olarak güçlü grupların lehine şekillendiği; yoksul kesimlerin siyasal olarak görünmez hale geldiği gözlemlenmektedir. Bu bağlamda temsil adaleti, sadece bir demokrasi göstergesi değil, aynı zamanda sosyal adaletin de temel bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

LİTERATÜR

Gelir dağılımı ve onu etkileyen çeşitli sosyo-ekonomik faktörler, uzun yıllardır süregelen akademik ve siyasi tartışmaların merkezinde yer almaktadır. Bu kapsamda yapılan alanyazın taraması, farklı coğrafyalarda ve zaman dilimlerinde gelir eşitsizliğinin dinamiklerini anlamaya yönelik kapsamlı bir ampirik birikimin mevcut olduğunu göstermektedir. Aşağıda sunulan literatür özeti, bu alandaki temel çalışmaları kronolojik bir bakış açısıyla ele alarak, araştırmaların odak noktalarını ve elde edilen başlıca sonuçları özetlemeyi amaçlamaktadır. Bu derleme, gelir dağılımı literatürüne genel bir çerçeve sunarak, sonraki bölümlerde ele alınacak tartışmalara zemin hazırlayacaktır.

Kalay ve Çetin (2016) tarafından yürütülen çalışmada, 2000-2011 yılları arasındaki 52 Afrika ülkesine ait panel veri seti kullanılarak politik istikrarsızlık, ekonomik büyüme, gelir eşitsizliği ve askeri harcamalar arasındaki nedensel ilişkiler Granger nedensellik testi aracılığıyla incelenmiştir. Elde edilen bulgular, ekonomik büyümeden politik istikrarsızlığa doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, politik istikrarsızlığın gelir dağılımını ve askeri harcamaları doğrudan etkilediği, ekonomik büyümeyi ise askeri harcamalar aracılığıyla dolaylı olarak etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Topuz ve Dağdemir (2016)'in araştırması, ülkeleri gelişmişlik düzeylerine göre sınıflandırarak ekonomik büyümenin gelir eşitsizliği üzerindeki etkilerini araştırmayı hedeflemektedir. 1995-2011 dönemine ait 94 ülkenin verileriyle gerçekleştirilen panel veri analizinde, düşük ve düşük-orta gelirli, üst-orta gelirli, yüksek gelirli ülkeler ve tüm ülkeler olmak üzere dört ayrı panelde Kuznets'in ters-U hipotezinin geçerliliği test edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, ekonomik büyümenin gelir eşitsizliğini azaltmaya yönelik destekleyici politikaların önemini vurgulamaktadır.

Demirgil (2018), Türkiye ekonomisi bağlamında vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkisini incelemiştir. 1980-2014 dönemi yıllık verileri kullanılarak uygulanan Autoregressive Distributed Lag Bound Test (ARDL) sınır testi yaklaşımı sonucunda, değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi saptanmıştır. Analiz bulguları, dolaylı vergi oranındaki %1'lik bir artışın Gini katsayısını %0,10 oranında yükselttiğini, buna karşılık dolaysız vergi oranındaki %1'lik bir artışın ise Gini katsayısını %0,05 oranında düşürdüğünü göstermektedir.

Bulut ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan çalışmada, 2000-2015 dönemi için gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde uygulanan maliye politikası araçlarının gelir dağılımı üzerindeki etkileri panel veri yöntemleriyle incelenmiştir. Araştırma sonuçları, maliye politikası araçlarının gelir dağılımı üzerindeki etkilerinin ülkelerin gelişmişlik seviyelerine göre farklılık arz ettiğini ortaya koymaktadır. Gelişmiş ülkelerde kamu harcamalarının, gelişmekte olan ülkelerde ise vergilerin gelir dağılımı adaleti açısından daha etkili maliye politikası araçları olduğu belirlenmiştir.

Akdede ve Keyifli (2020)'nin çalışması, politik kutuplaşmanın belirleyici unsurlarını ampirik olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. 1990-2015 dönemi için 61 ülkeyi kapsayan çalışmada, devletin ekonomik büyüklüğü ve gelir dağılımının yanı sıra diğer kontrol değişkenleri de dikkate alınmıştır. EKK ve 2EKK yöntemleriyle gerçekleştirilen regresyon analizi sonuçları, gelir eşitsizliğindeki artışın politik kutuplaşmayı artırdığını, hükümetin ekonomik büyüklüğündeki artışın ise politik kutuplaşmayı azalttığını göstermektedir.

Durak ve Akalin (2022), Türkiye ekonomisi için gelir dağılımının iktisadi ve kurumsal belirleyicilerini araştırmışlardır. 1988-2016 dönemi yıllık verileri ve ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılarak yapılan analizde, Gini katsayısı bağımlı değişken olarak ele alınırken, ekonomik büyüme, işsizlik, sosyal transfer harcamaları, demokrasi ve yolsuzluk gibi faktörler bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Elde edilen ampirik bulgular, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını, uzun dönemde demokrasi ve sosyal transfer harcamalarındaki artışların gelir eşitsizliğini düşürdüğünü, ekonomik büyüme ve işsizlikteki artışlar ile yolsuzluktaki iyileşmenin ise gelir eşitsizliğini artırdığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar ışığında, Türkiye'deki politika yapıcılar için işsizliği azaltacak, sosyal transfer harcamalarının payını artıracak, demokrasiyi güçlendirecek ve beşeri sermayeyi geliştirecek politika önerilerinde bulunulmuştur.

Özsoy (2024)'ün çalışması, AB ülkeleri ve Türkiye'nin sosyal transferler öncesi ve sonrası gelir dağılımındaki değişimin boyutunu Gini Katsayısı üzerinden karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Avrupa Birliği İstatistik Ofisi verileri kullanılarak betimsel analiz yöntemiyle gerçekleştirilen çalışma, Türkiye'deki sosyal transferler öncesi ve sonrası Gini Katsayısı değişiminin AB ülkeleri ortalamasıyla kıyaslandığında daha düşük olduğunu göstermektedir.

Özcan ve Özmen (2025) tarafından yapılan çalışmada, küreselleşme ve gelir dağılımı arasındaki ilişki, seçilmiş 7 yükselen piyasa ekonomisine ait 1994-2005 dönemi verileriyle analiz edilmiştir. Panel veri analizi yöntemlerinden Ortalama Grup (MG), Ortak İlişkili Etkiler (CCE) ve Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) eşbütünleşme tahmincileri kullanılarak elde edilen bulgular, küreselleşmenin (ticari dışa açıklığın) gelir eşitsizliği üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu işaret etmektedir.

Trump (2013) tarafından kaleme alınan bir çalışma, gelir eşitsizliğinin bireylerin gelir farklılıklarını meşru görme eğilimi üzerindeki etkisini incelemektedir. Amerika Birleşik Devletleri ve İsveç örneklemleri üzerinden yürütülen anket tabanlı bu araştırma, gelir eşitsizliği arttıkça bireylerin daha büyük gelir farklarını meşru olarak algılamaya yatkın oldukları sonucuna ulaşmıştır. Bu durum, bireylerin mevcut sosyal düzeni adil ve meşru olarak içselleştirme güdüsüyle ilişkilendirilmektedir.

Benzer bir tarihte, Norris ve arkadaşları (2015) küresel bir bakış açısıyla gelir eşitsizliğinin kökenlerini ve sonuçlarını ele alan kapsamlı bir çalışma yayınlamışlardır. Çapraz ülke ve panel veri analizleri aracılığıyla gelir dağılımının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri ve farklı ülke gruplarındaki eşitsizlik eğilimleri incelenmiştir. Araştırmacılar, eğitim ve sağlık hizmetlerine erişimin iyileştirilmesi, etkin sosyal politikaların uygulanması ve işgücü piyasası düzenlemelerinin dengelenmesi gibi politika önerilerinde bulunmaktadırlar.

Zmerli ve Castillo (2015) ise Latin Amerika ülkelerine odaklanarak dağıtım adaleti algıları ve makro düzeydeki eşitsizliğin siyasi güven üzerindeki rolünü araştırmışlardır. Latinobarometer 2011 anketi verileri üzerinden gerçekleştirilen çok düzeyli modelleme analizleri, hem bireysel düzeydeki dağıtım adaleti algısının hem de makro düzeydeki eşitsizliğin siyasi güvenle negatif bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Ancak ilginç bir şekilde, yüksek makro düzeydeki eşitsizliğin, dağıtım adaleti algısı ile siyasi güven arasındaki negatif ilişkiyi güçlendirmek yerine zayıflattığı bulgulanmıştır.

Bourguignon (2017) tarafından yapılan bir çalışma, özellikle gelişmiş ülkelerde son çeyrek yüzyılda gözlemlenen eşitsizlik artışını detaylı bir şekilde incelemektedir. Eşitsizlikteki değişimlerin zaman içindeki seyri analiz edilerek, bu artışın her ülkede aynı örüntüyü izlemediği vurgulanmıştır. Geniş bir coğrafi alanı kapsayan bu araştırmada, zaman serisi analizleri, Gini katsayısı ve fonksiyonel gelir dağılımı analizleri kullanılmıştır. Çalışma, eşitsizliği azaltmak için uluslararası işbirliğinin ve sınır ötesi finansal işlemlerde şeffaflığın artırılmasının önemine dikkat çekmektedir. Ayrıca, eğitim ve sağlık gibi alanlarda fırsat eşitliğinin güçlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Son olarak, Marchand ve arkadaşları (2019) Kanada örneği üzerinden bölgesel eşitsizliğin nedenlerini ve sonuçlarını ampirik olarak araştırmışlardır. 1981'den 2011'e kadar beş yıllık aralıklarla toplanan 284 bölgeye ait panel veri seti kullanılarak çeşitli mekansal ekonometrik modeller tahmin edilmiştir. Eşitsizliğin sonuçları bağlamında, Kanada bölgeleri arasındaki büyüme-eşitlik dengesinin kısa ve orta vadede önemli ölçüde değiştiği bulunmuştur. Kısa vadede eşitsizliğin bölgesel ekonomik büyüme ile pozitif bir ilişki sergilediği Panel Vektör Otoregresif Modelleri (PVAR) ile ortaya konmuştur.

Sonuç

Bu çalışma, gelir dağılımı, gelir eşitsizliği, siyasal katılım ve temsil adaleti arasındaki karmaşık ilişki ağını teorik ve ampirik literatür temelinde incelemeyi amaçlamıştır. Kavramsal çerçevede sunulan tanımlar ve literatür taraması, bu dört temel unsurun birbirleriyle nasıl etkileşimde bulunduğunu ve toplumsal yapı üzerindeki potansiyel etkilerini ortaya koymaktadır. Gelir dağılımındaki adaletsizliklerin gelir eşitsizliğini derinleştirdiği, bu durumun ise bireylerin siyasal süreçlere katılımını olumsuz yönde etkileyebileceği ve sonuç olarak temsil adaletinin zedelenebileceği argümanı, çalışmanın teorik zeminini oluşturmaktadır.

Literatür taraması, farklı ülke örnekleri ve zaman dilimleri üzerinden yapılan çeşitli ampirik çalışmaları derleyerek, gelir eşitsizliğinin ekonomik büyüme, politik istikrar, vergi politikaları ve küreselleşme gibi çeşitli faktörlerle olan ilişkisini gözler önüne sermektedir. Ayrıca, politik kutuplaşma, sosyal transferler ve kurumsal faktörlerin de gelir dağılımı üzerindeki etkileri literatürde tartışılan önemli konular arasında yer almaktadır. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki farklılıklar ve bölgesel eşitsizliklerin dinamikleri, bu alandaki araştırmaların çeşitliliğini ve derinliğini göstermektedir.

Bu bildiri, söz konusu kavramsal çerçeve ve literatür bulgularını bir araya getirerek, gelir eşitsizliğinin siyasal katılım ve temsil adaleti üzerindeki potansiyel etkilerine dair önemli bir zemin sunmaktadır. İlerleyen çalışmalarda, bu teorik ve literatür temelli çıkarımların ampirik

analizlerle desteklenmesi, Türkiye özelinde veya farklı ülke karşılaştırmalarıyla daha derinlemesine incelenmesi, politika yapıcılar için daha somut ve uygulanabilir sonuçlar ortaya koyabilecektir. Bu bağlamda, gelir eşitsizliğini azaltmaya yönelik politikaların, yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda daha katılımcı ve adil bir toplumsal düzenin tesis edilmesine de katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kaynakça

Akdede, S. H., & Keyifli, N. (2020). Politik kutuplaşma ve gelirin kişisel dağılımı. *Yönetim ve Ekonomi, 27*(2), 337-351.

Akdede, S., & Keyifli, F. (2020). Determinants of Political Polarization: An Empirical Analysis. *Eurasian Economic Review*, *10*(3), 307-325.

Bourguignon, F. (2017). *World changes in inequality: An overview of facts, causes, consequences and policies*. BIS Working Papers No 654. Bank for International Settlements.

Bulut, E., Yayla, N., Yaraşır, S., & Çeviş, İ. (2019). Maliye politikalarının gelir dağılımı üzerindeki etkisi Panel veri analizi. ICOAEF VI International Conference on Ap

Dabla-Norris, E., Kochhar, K., Suphaphiphat, N., Ricka, F., & Tsounta, E. (2015). Causes and consequences of income inequality A global perspective. International Moneta

Demirgil, B. (2018). Vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkisi Ampirik bir çalışma. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19(2), 118-131.

Durak, S., & Akalin, G. (2022). Türkiye'de gelir dağılımının belirleyicileri. Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi, 6(2), 69-86.

Kalay, M., & Çetin, D. (2016). Afrika ülkelerinde politik istikrar ve ekonomik büyüme. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 5(7), 2277-2290.

Marchand, Y., Dubé, J., Breau, S., & Savoie, D. J. (2019). *Exploring the causes and consequences of regional income inequality in Canada*. Donald J. Savoie Institute, Université de Moncton.

Özcan, G., & Özmen, İ. (2025). Küreselleşme yükselen ekonomilerde gelir dağılımını etkiler mi Ekonomi ve Kalkınma Dergisi, 35(1), 35-52.

Özsoy, D. (2024). Türkiye'de gelir dağılımı çalışmaları ve gelir dağılımında sosyal transferlerin etkisinin Türkiye ve Avrupa Birliği karşılaştırması. Bingöl Üniversitesi

Topuz, S. G., & Dağdemir, Ö. (2016). Ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği ilişkisi Kuznets ters-U hipotezi'nin geçerliliği. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi.

Trump, K.-S. (2013). Income inequality influences perceptions of legitimate income differences. Department of Government, Harvard University.

Zmerli, S., & Castillo, J. C. (2015). Income inequality, distributive fairness and political trust in Latin America. *Social Science Research, 52,* 179-192.

Zmerli, S., & Castillo, J. C. (2015). The Unequal Consequences of Inequality: How Macro-Level Disparity Moderates the Effect of Distributive Injustice on Political Trust in Latin America. *World Development, 69,* 146-159.

KOOPERATİFÇİLİK VE YEREL KALKINMA

COOPERATIVES AND LOCAL DEVELOPMENT

Hasan Onur ERTUĞRAL

Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Yüksek Lisans Öğrenci, Ordu, Türkiye

ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3081-7173

Özet

Bu çalışma, küreselleşmenin hız kazandığı günümüz dünyasında, merkeziyetçi kalkınma anlayışlarının giderek daha fazla sorgulanır hale gelmesiyle birlikte, yerel inisiyatiflerin ve topluluk temelli ekonomik örgütlenmelerin taşıdığı önemi incelemeyi amaçlamaktadır. Özellikle de, demokratik katılımı önceleyen, ortak değerlere dayanan ve yerel aktörlerin doğrudan yönetime dahil olduğu kooperatif yapılar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin yerel ölçekte gerçekleştirilmesinde önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, çalışma kooperatiflerin yalnızca ekonomik çıktılar üretmekle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda sosyal bağları güçlendirdiğini, toplumsal dayanışmayı teşvik ettiğini ve gelir dağılımındaki adaletsizliklerin azaltılmasına katkı sunduğunu ortaya koymaktadır (Birchall, 2011; Fairbairn, 1994).

Farklı ülkelerde uygulanan kooperatif modellerinden elde edilen bulgular, bu yapıların yerel düzeyde ekonomik ve sosyal dönüşümleri tetikleyebildiğini göstermektedir (ICA, 2021). Bununla birlikte, kooperatiflerin karşılaştığı yapısal engeller – finansmana erişim zorlukları, mevzuat eksiklikleri, kurumsal kapasite yetersizlikleri – dikkate alınarak, bu engellerin nasıl aşılabileceğine dair politika önerileri de sunulmaktadır (Zeuli & Radel, 2005). Kooperatiflerin başarılı olabilmesi için yalnızca ekonomik teşvikler yeterli değildir; aynı zamanda kültürel kabul, eğitsel destekler ve güçlü bir kurumsal çerçeve de gereklidir. Bu nedenle, yerel halkın bilinçlendirilmesi ve katılım süreçlerinin güçlendirilmesi de kalkınma çabalarının ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmalıdır.

Sonuç olarak, kooperatifler sadece alternatif bir ekonomik örgütlenme modeli değil, aynı zamanda adil, kapsayıcı ve dirençli bir kalkınma yaklaşımının taşıyıcısı olarak değerlendirilmektedir. Bu potansiyelin etkin biçimde kullanılabilmesi için kamusal politikaların yeniden yapılandırılması ve destekleyici mekanizmaların hayata geçirilmesi gereklidir.

Anahtar Kelime: Kooperatifler, Yerel Kalkınma, Alternatif Ekonomi

Abstract

This study examines the growing significance of local initiatives and community-based economic organizations in a globalized world where centralized development approaches increasingly fall short. In particular, cooperatives that adopt participatory governance principles and are grounded in shared values emerge as vital instruments in achieving sustainable development at the local level. The study highlights that cooperatives not only generate economic outcomes but also strengthen social cohesion, foster community solidarity, and contribute to reducing income inequality (Birchall, 2011; Fairbairn, 1994).

Findings from cooperative experiences across different countries demonstrate their potential to drive economic and social transformation at the local scale (ICA, 2021). However, structural barriers—such as limited access to finance, inadequate legal frameworks, and insufficient institutional capacity—often hinder their effectiveness. This study also offers policy recommendations aimed at overcoming these obstacles (Zeuli & Radel, 2005). It emphasizes that economic incentives alone are not sufficient for cooperatives to succeed; cultural acceptance, educational support, and a robust institutional framework are equally essential. Therefore, raising public awareness and strengthening participatory mechanisms should be considered integral components of development efforts.

In conclusion, cooperatives represent not only an alternative economic organization model but also a vehicle for promoting a fairer, more inclusive, and resilient approach to development. Unlocking their full potential requires the restructuring of public policies and the implementation of supportive mechanisms that empower community-based initiatives.

Keywords: Cooperatives, Local Development, Alternative Economy

Giriş

Küreselleşme olgusu, dünya ekonomilerini birbirine bağlarken, kalkınma süreçlerinde merkezi yönetimlerin karşılaştığı zorlukları da artırmıştır. Tek tipçi ve yukarıdan aşağıya uygulanan kalkınma stratejilerinin, yerel çeşitliliği ve ihtiyaçları yeterince dikkate almaması, bölgesel eşitsizliklerin derinleşmesine ve beklenen sosyo-ekonomik faydaların sınırlı kalmasına neden olmuştur (Stiglitz, 2002). Bu bağlamda, son yıllarda kalkınma literatüründe ve pratiğinde, yerel aktörlerin inisiyatiflerini ön plana çıkaran, katılımcılığı ve topluluk odaklılığı temel alan alternatif yaklaşımlar önem kazanmaktadır (Sen, 1999). İşte bu arayışta, kooperatifler, hem ekonomik hem de sosyal boyutlarıyla yerel kalkınmanın sürdürülebilir bir şekilde desteklenmesinde kendine özgü ve etkili bir model olarak öne çıkmaktadır.

Ortak ekonomik ve sosyal ihtiyaçları karşılamak amacıyla gönüllü olarak bir araya gelen bireylerin oluşturduğu kooperatifler, demokratik yönetim yapıları ve üyelerinin aktif katılımı sayesinde, yerel kaynakların adil ve verimli bir şekilde kullanımını mümkün kılar. Salt kar maksimizasyonunu hedefleyen kuruluşların aksine, kooperatifler, üyeleri arasında dayanışmayı, karşılıklı yardımlaşmayı ve sosyal sorumluluk bilincini güçlendirerek toplumsal refaha katkıda bulunur (Novkovic, 2007). Özellikle kadınların ekonomik ve sosyal hayatta daha aktif rol alması, kırsal alanlarda istihdam olanaklarının yaratılması ve yerel yönetimlerle iş birliği içinde katılımcı karar alma süreçlerinin geliştirilmesi, kooperatiflerin yerel kalkınma üzerindeki olumlu etkilerinin somut göstergeleridir.

Bu çalışmada, kooperatifçiliğin yerel kalkınma süreçlerindeki bu kritik rolü derinlemesine incelenecektir. Öncelikle, kooperatif kavramının temel özellikleri ve tarihsel gelişimine kısaca değinilecek, ardından kooperatifçiliğin farklı kalkınma teorileri içindeki yeri ve alternatif ekonomi yaklaşımlarıyla olan ilişkisi ele alınacaktır. Ayrıca, uluslararası alandaki başarılı kooperatif örnekleri üzerinden, bu yapıların yerel düzeyde nasıl bir dönüşüm potansiyeline sahip olduğu örneklendirilecektir. Bununla birlikte, kooperatiflerin karşılaştığı yapısal zorluklar ve bu zorlukların üstesinden gelinmesine yönelik politika önerileri de değerlendirilerek, topluluk temelli örgütlenmelerin desteklenmesinin ve kamu politikalarının kooperatifçiliği teşvik edecek şekilde yeniden düzenlenmesinin önemi vurgulanacaktır.

Temel Kavramlar

Bu çalışmanın ana eksenini oluşturan kooperatifçilik ve yerel kalkınma kavramlarının derinlemesine anlaşılması, sunulan argümanların sağlam bir zemine oturması açısından kritik

bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, temel kavramların içeriğini ve birbirleriyle olan ilişkisini daha detaylı bir şekilde incelemek faydalı olacaktır:

Kooperatif: Kökeni Latince "co-operari" yani "birlikte çalışmak" anlamına gelen kooperatif, ortak ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaç ve beklentileri karşılamak amacıyla, gönüllülük esasına dayalı olarak bir araya gelen bireylerin kurduğu özerk bir kuruluştur. Kooperatifler, üyeleri tarafından demokratik bir şekilde yönetilir ve kontrol edilir. Her üyenin bir oy hakkı ilkesi, karar alma süreçlerinde eşitliği ve katılımı güvence altına alır. Kooperatiflerin temelinde yatan evrensel ilkeler, sadece ekonomik fayda sağlamanın ötesinde, üyeler arasında dayanışmayı, karşılıklı yardımlaşmayı ve sosyal sorumluluk bilincini geliştirmeyi amaçlar. Bu ilkeler arasında öz yardım, kendi sorumluluğunu üstlenme, demokrasi, üye eşitliği, özerklik ve bağımsızlık, eğitim, öğretim ve bilgilendirme, kooperatifler arası iş birliği ve topluma karşı sorumluluk sayılabilir. Farklı faaliyet alanlarına göre tüketim, üretim, kredi, konut, tarım gibi çeşitli kooperatif türleri bulunmaktadır ve her biri, üyelerinin özel ihtiyaçlarına yönelik çözümler üretmeyi hedefler.

Yerel Kalkınma: Sınırları belirli bir coğrafi alanı (bir köyden bir şehre kadar farklı ölçeklerde olabilir) kapsayan ve bu alandaki yaşayanların yaşam kalitesini, ekonomik refahını, sosyal uyumunu ve kültürel zenginliğini sürdürülebilir bir şekilde artırmayı hedefleyen çok boyutlu bir süreçtir. Yerel kalkınma, sadece ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda sosyal adaleti, çevresel sürdürülebilirliği ve yerel halkın karar alma süreçlerine aktif katılımını da içerir. Merkezi hükümetlerin yukarıdan aşağıya uyguladığı kalkınma modellerinin aksine, yerel kalkınma, bölgedeki yerel aktörlerin (yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, özel sektör temsilcileri, akademisyenler ve yerel halk) iş birliğini ve ortak vizyonunu temel alır. Bölgesel potansiyellerin ve özgünlüklerin değerlendirilmesi, yerel ihtiyaçlara uygun politikaların geliştirilmesi ve uygulanması, yerel kalkınmanın temelini oluşturur. Bu süreçte, yerel kaynakların etkin kullanımı, istihdamın artırılması, yerel ürünlerin ve hizmetlerin desteklenmesi, eğitim ve sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi, kültürel mirasın korunması ve çevre bilincinin geliştirilmesi gibi çeşitli stratejiler uygulanabilir.

Alternatif Ekonomi: Mevcut neo-liberal kapitalist sistemin yarattığı ekonomik eşitsizlikler, sosyal dışlanma, çevresel bozulma ve sürdürülebilirlik sorunlarına karşı geliştirilen, farklı değerlere ve önceliklere dayanan çeşitli ekonomik model ve yaklaşımları kapsayan geniş bir kavramdır. Alternatif ekonomi, kar maksimizasyonu yerine insan ihtiyaçlarını, sosyal adaleti, çevresel sürdürülebilirliği ve toplumsal refahı ön plana çıkarır. Bu çerçevede, kooperatifler, dayanışma ekonomisi ağları, sosyal girişimler, yerel takas sistemleri, etik finans kuruluşları ve müşterek kaynak yönetimi gibi çeşitli örgütlenme biçimleri ve uygulamalar yer alır. Alternatif ekonomi yaklaşımları, ekonomik faaliyetlerin demokratikleştirilmesi, yerel kaynakların kontrolünün yerel topluluklara devredilmesi, üretici ve tüketici arasındaki ilişkilerin yeniden tanımlanması ve ekonomik kararlarda etik ve sosyal kaygıların ön planda tutulması gibi prensiplere dayanır. Kooperatifler, ortak mülkiyet ve demokratik yönetim ilkeleri sayesinde, alternatif ekonomi düşüncesinin önemli bir bileşenini oluşturur ve piyasa odaklı sistemin eksikliklerine karşı somut çözümler sunma potansiyeline sahiptir.

Literatür

Bu çalışma, kooperatiflerin yerel yönetimlerdeki rolleri, sosyal dayanışmaya katkıları ve ekonomik kalkınmaya olan etkilerini inceleyen mevcut literatürü kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, Türkiye ve farklı ülkelerdeki kooperatifçilik deneyimleri, tarihsel gelişimleri ve güncel uygulamaları ele alınmaktadır.

Erdem (2016), Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın (GEKA) TR32 Bölgesi'ndeki (Aydın, Denizli, Muğla) yerel kalkınmada kooperatifler üzerindeki etkisini nitel araştırma yöntemleriyle (doküman analizi, görüşmeler, GZFT analizi) incelemiştir. Çalışma, 2010-2014 dönemi

verilerine dayanarak, bölgedeki yüksek kooperatif sayısına rağmen, teknik ve mali destekten yararlanma oranlarının düşük olduğunu tespit etmiş ve GEKA'nın teknik desteklerini artırması gerektiği sonucuna ulaşmıştır.

Coşkun (2018), kooperatiflerin tarihsel gelişimini 17. yüzyıldan günümüze dek inceleyerek, yerel yönetimlerdeki rolleri, sosyal dayanışmayı güçlendirme potansiyelleri ve ekonomik kalkınmaya olan katkılarını ele almaktadır. Makale, özellikle İngiltere, Almanya, İsrail ve Türkiye'deki kooperatifçilik hareketlerinin tarihsel süreçlerini ve etkilerini karşılaştırmalı bir bakış açısıyla analiz etmektedir. Çalışmada literatür taraması ve vaka analizi yöntemleri kullanılmıştır.

Altuntaş (2021), Kırşehir ilindeki tarımsal kooperatifçiliğin mevcut potansiyelini SWOT analizi ile değerlendirmiş ve kooperatifçiliğin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik öneriler sunmuştur. 2019-2020 dönemi verilerine dayanan saha çalışması sonucunda, üreticilerin iş birliği eğilimleri ve tarımsal bilgi birikimi önemli avantajlar olarak belirlenirken, bilgi eksiklikleri ve pazarlama sorunları giderilmesi gereken zayıf yönler olarak tespit edilmiştir. Çalışma, eğitim ve kamu desteği ile bu zayıflıkların aşılabileceğini ve kooperatifçiliğin bölgesel kalkınmaya katkısının artırılabileceğini öne sürmektedir.

Özkök (2021), Türkiye'de kooperatifçilik faaliyetlerinin bölgesel kalkınma üzerindeki etkilerini incelemektedir. 1960 sonrası döneme odaklanan çalışmada, kooperatifçiliğin gelişimi, yapılan çalışmalar ve bölgesel kalkınma açısından önemi kalkınma planları ve geçmiş veriler üzerinden analiz edilmiştir. Bulgular, kooperatiflerin yeni iş olanakları yaratma, istihdamı artırma, aracıları azaltma ve bireylerin ekonomiye katılımını sağlama yoluyla bölgesel kalkınmaya ve ekonomik büyümeye katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Balkaya ve arkadaşları (2022), mikro düzeyde birimlerin ihtiyaçlarına cevap vererek makro düzeyde sürdürülebilir kalkınmanın devamlılığını sağlamayı hedefleyen bir çalışma sunmaktadır. 2000 sonrası Türkiye incelemesine dayanan ve literatür taraması ile regresyon analizi yöntemlerini kullanan makale, mikro temelli sürdürülebilir yerel kalkınmanın özellikle kırsal kesimlerin ekonomiye katılımını ve yeni girişimcilerin teşvik edilmesini desteklediğini belirtmektedir. Ancak, finansal desteklerin yetersizliği ve teknoloji kullanımındaki eksikliklerin kalkınma hızını yavaşlattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çelebi ve arkadaşları (2022), kooperatiflerin yerel kalkınmaya olan katkısını Hatay Büyükşehir Belediyesi örneği üzerinden nitel araştırma yöntemleriyle (görüşmeler, betimsel ve içerik analizi, SWOT analizi) incelemiştir. Çalışma, kooperatiflerin ekonomik ve sosyal faydalarını, belediyelerle olan işbirliklerini ve bu işbirliklerinin yerel kalkınmaya etkilerini analiz etmektedir. Araştırma sonucunda, kooperatifçilik bilincinin geliştirilmesi için eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması ve kooperatiflerin pazarlama olanaklarının belediyelerce desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Yalçın (2022), yerel kalkınma sürecinde kooperatifler ve belediyeler arasındaki etkileşimin önemini vurgulamaktadır. İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin geliştirdiği model üzerinden Türkiye'deki belediye ve kooperatif ilişkilerini 2007 yılından itibaren inceleyen nitel araştırma, kooperatiflerin dayanışmacı yapılarının yerel kalkınmaya katkısını ve belediyelerin bu süreçteki iş birliği gerekliliğini ele almaktadır. Çalışma, belediyelerin kooperatiflerle ilişkilerinde siyasi etkilerden kaçınması ve kooperatiflerin toplumsal fayda üretme kapasitelerinin artırılması gerektiğini belirtmektedir.

Dertlioğlu (2024), kırsal alanlarda kadınların kooperatifler aracılığıyla güçlendirilmesi konusunu İzmir'in Kiraz ilçesindeki tarımsal kalkınma kooperatifleri (Yağlar Köyü ve Kırköy Mahallesi örnekleri) üzerinden saha araştırması yöntemiyle incelemektedir. Çalışma, kadın

kooperatiflerinin kırsal kalkınmada önemli bir rol oynadığını, ancak mevcut sorunların çözümü için daha kapsamlı ve yerel odaklı çalışmaların yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bauwens ve arkadaşları (2016), Avrupa'da topluluk enerjisinin gelişimini, özellikle rüzgar enerjisi kooperatifleri bağlamında incelemektedir. 1970-2014 yılları arasını kapsayan bu çalışma, vatandaşların ve toplulukların enerji üretimine katılımını teşvik eden faktörleri araştırmakta ve merkezi olmayan enerji sistemlerine geçiş sürecini ele almaktadır. Elinor Ostrom'un Sosyal-Ekolojik Sistem (SES) Çerçevesi'ni kullanarak biyolojik ekosistemler ve sosyal süreçlerin etkileşimini inceleyen makale, bu çerçeveyi enerji altyapılarının yönetimi gibi insan yapımı teknolojik sistemlerin yönetimi sorularına uygulamaktadır. Araştırma, Danimarka, Almanya, Belçika ve Birleşik Krallık'taki rüzgar enerjisi kooperatiflerinin durumunu karşılaştırmalı olarak değerlendirmekte ve destek mekanizmaları ile planlama politikalarındaki değişiklikler nedeniyle kooperatiflerin giderek zorlaşan bir ortamla karşılaştığını, bunun da onları geleneksel geliştiricilere kıyasla dezavantajlı duruma düşürdüğünü belirtmektedir.

Bretos ve Marcuello (2017), kooperatiflerin küreselleşme bağlamında karşılaştığı zorlukları ve sunduğu fırsatları teorik bir bakış açısıyla incelemektedir. İtalya, İspanya ve Fransa gibi bölgelerdeki örnekler üzerinden, kooperatiflerin ekonomik küreselleşme ortamında sürdürülebilir büyümeyi teşvik etme rolünü değerlendirmek amacıyla ileri araştırmalar için bir gündem önermektedir. Literatür taraması yöntemini kullanan çalışma, kooperatiflerin neoliberal küreselleşmenin yerel topluluklar üzerindeki olumsuz etkilerini dengelemede stratejik bir öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır. Makale, kooperatiflerin küreselleşme sürecinde başarılı olabilmeleri için demokratik değerlerini ve ilkelerini muhafaza ederek ekonomik verimliliklerini artırmaları gerektiğini savunmakta ve yerel kalkınmayı destekleyerek ve sosyal uyumu güçlendirerek küreselleşmenin olumsuz etkilerini azaltabileceklerini ileri sürmektedir.

Mojo ve arkadaşları (2017), Etiyopya'nın Jimma Bölgesi'ndeki kahve çiftçisi kooperatiflerine üyeliğin belirleyicilerini ve ekonomik etkilerini araştırmaktadır. 2016 yılı verilerine dayanan bu çalışma, kooperatif üyeliğinin hane gelirleri ve varlıkları üzerindeki olumlu etkilerini değerlendirmek için Propensity Score Matching (PSM) ve Endogenous Switching Regression (ESR) gibi ekonometrik yöntemler kullanmaktadır. Yüz yüze görüşmeler ve grup tartışmaları ile toplanan nitel verilerle desteklenen analizler, kooperatif üyeliğinin hane gelirleri ve varlıkları üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. ESR modeli, üyelerin ekonomik olarak daha iyi performans gösterdiğini ve üye olmayanların kooperatiflere katıldıklarında daha iyi sonuçlar elde edebileceğini teyit etmektedir. Çalışma ayrıca, kooperatiflerin daha sürdürülebilir ve cazip hale getirilmesi için politika önerileri sunmayı amaçlamaktadır.

Shava ve arkadaşları (2019), Güney Afrika'nın Gauteng Eyaleti'ndeki Tshwane Şehri'nde yerel ekonomik kalkınma stratejileri olarak kooperatiflerin uygulanmasını incelemektedir. 2012 sonrası dönemi kapsayan makale, kooperatif üyeleri, proje yöneticileri ve topluluk geliştirme çalışanları ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verileri analiz ederek, kooperatiflerin başarılarını etkileyen çeşitli faktörleri ortaya koymaktadır. Bu faktörler arasında yoksulluk, işsizlik, sınırlı hükümet finansmanı, pazara erişim eksikliği, uzmanlık yetersizliği ve kooperatif projelerinin izlenmesi ve değerlendirilmesindeki eksiklikler bulunmaktadır. Çalışma, kooperatiflerin yeterli finansman bulmakta zorlandığını ve bunun büyüme ile sürdürülebilirliklerini engellediğini, ayrıca ürünlerini satacak uygun pazarlara erişim eksikliğinin gelir elde etmelerini zorlaştırdığını belirtmektedir. Makale, kooperatiflerin sürdürülebilirliğini sağlamak için finansal destek, eğitim ve altyapı iyileştirmeleri gibi çeşitli öneriler sunmaktadır.

Sonuç

Küreselleşen dünyanın karmaşık dinamikleri içinde, merkeziyetçi kalkınma yaklaşımlarının sınırlılıkları giderek daha belirgin hale gelmektedir. Bu bağlamda, yerel inisiyatiflerin güçlenmesi ve topluluk odaklı ekonomik modellerin yaygınlaşması, sürdürülebilir ve adil bir kalkınma anlayışı için hayati bir öneme sahiptir. İşte tam da bu noktada, ortaklık, dayanışma ve gönüllülük ilkeleri üzerine kurulu kooperatifler, yerel kalkınma süreçlerinde benzersiz bir potansiyel sunmaktadır.

Bu çalışmada ele alındığı üzere, kooperatifler sadece ekonomik birer örgütlenme modeli olmanın ötesinde, sosyal sermayenin güçlenmesine, toplumsal uyumun artmasına ve gelir dağılımındaki eşitsizliklerin azaltılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle kadınların ekonomik hayata katılımının desteklenmesi, kırsal bölgelerde alternatif gelir kaynaklarının yaratılması ve yerel yönetimlerle iş birliği içinde katılımcı karar alma mekanizmalarının geliştirilmesi, kooperatiflerin yerel kalkınma üzerindeki çok yönlü etkilerinin somut örnekleridir.

Literatür taraması, Türkiye ve uluslararası alandaki çeşitli kooperatif deneyimlerinin, bu yapıların yerel düzeyde önemli bir dönüşüm potansiyeline sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Ancak, bu potansiyelin tam olarak hayata geçirilebilmesi için kooperatiflerin karşılaştığı yapısal sorunların aşılması ve kamu politikalarının kooperatifçiliği teşvik edecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması, finansal destek mekanizmalarının güçlendirilmesi ve pazarlama olanaklarının iyileştirilmesi gibi adımlar, kooperatiflerin sürdürülebilirliğini artıracak ve yerel kalkınmaya olan katkılarını maksimize edecektir.

Sonuç olarak, yerel kalkınma hedeflerine ulaşmada kooperatiflerin stratejik önemi yadsınamaz. Topluluk temelli bu örgütlenmelerin desteklenmesi ve güçlendirilmesi, daha katılımcı, adil ve sürdürülebilir bir ekonomik modelin inşası için kritik bir adımdır. Gelecekteki araştırmalar, farklı sektörlerdeki kooperatiflerin yerel kalkınma üzerindeki etkilerini daha derinlemesine inceleyerek, bu alandaki bilgi birikimine önemli katkılar sağlayabilir.

Kaynakça

Altuntaş, B. (2021). Tarımsal kooperatifçiliğin gelişimi ve Kırşehir ilinin tarımsal kooperatifçilik potansiyelinin SWOT analizi ile değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*.

Balkaya, D., Kutluay Tutar, F., & Tutar, N. F. (2022). Küresel düşün yerel davran: Mikro temelli sürdürülebilir yerel kalkınma. *International Academic Social Resources Journal*, 7(35), 299-309.

Bauwens, T., Gotchev, B., & Holstenkamp, L. (2016). What drives the development of community energy in Europe The case of wind power cooperatives. Energy Research & Social Science.

Birchall, J. (2011). *Co-operatives and the Millennium Development Goals: Partnerships for Global Development*. International Labour Organization.

Bretos, I., & Marcuello, C. (2017). Revisiting globalization challenges and opportunities in the development of cooperatives. *Annals of Public and Cooperative Economics, 88*(1), 47-73.

Coşkun, M. B. (2018). Cooperative services as a social and solidarity strengthened service function in local governments. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(ICEESS' 18), 311-319.

Çelebi, H. İ., & Tek, M. (2022). Yerel kalkınma açısından belediye kooperatif ilişkisinin önemi: Hatay Büyükşehir Belediyesi örneği. *Sosyal Bilimler Dergisi / The Journal of Social Sciences,* 9(58), 190-209.

Dertlioğlu, H. (2024). *Kooperatif Yolu ile Kadınların Güçlen(diril)mesi: Yağlar Köyü ve Kırköy Mahallesi Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Kentsel Planlama Programı.

Erdem, E. (2016). Güney Ege Kalkınma Ajansının yerel kalkınmada kooperatifler üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Özel Sayı, 102-139.

Fairbairn, B. (1994). *The Meaning of Rochdale: The Rochdale Pioneers and the Co-operative Principles*. Co-operative College.

ICA (International Co-operative Alliance). (2021). *World Co-operative Monitor 2021*. ICA.

Mojo, D., Fischer, C., & Degefa, T. (2017). The determinants and economic impacts of membership in coffee farmer cooperatives: Recent evidence from rural Ethiopia. *Journal of Rural Studies, 50,* 84-94.

Novkovic, S. (2007). What are the roles of cooperatives in building community economies? *The Journal of Socio-Economics, 36*(6), 946-960.

Özkök, Y., & Köse, Z. (2021). Kooperatifçilik ve bölgesel kalkınma ilişkisi Türkiye üzerine bir inceleme. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 56(4), 2647-2664

Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.

Shava, E., & Hofisi, C. (2019). Cooperatives as strategies of local economic development in the City of Tshwane. Journal of Contemporary Management, 16(2), 23-42.

Stiglitz, J. E. (2002). *Globalization and Its Discontents*. W. W. Norton & Company.

Yalçın, A. Z. (2022). "Yerel Kalkınma Bağlamında Kooperatifler ve Belediye Etkileşimi". Maliye Araştırmaları Dergisi ,8(1), 1-20.

Zeuli, K. A. G., & Radel, J. (2005). Cooperatives as a community development strategy: Linking theory and local action. *Journal of Community Development, 36*(1), 23-41.

THERMAL MODELING AND SIMULATION TECHNIQUES FOR PRISMATIC LITHIUM-ION BATTERIES

PRİZMATİK LİTYUM-İYON BATARYALAR İÇİN TERMAL MODELLEME VE SİMÜLASYON TEKNİKLERİ

Mehmet Fatih YİĞİT

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

https://orcid.org/0009-000-3-6593-2108

Doç. Dr. Tarkan KOCA

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

https://orcid.org/0000-0002-6881-4153

ABSTRACT

Lithium-ion batteries have become indispensable components in the modern energy landscape, offering high energy density, long cycle life, and relatively low self-discharge rates. These characteristics make them the preferred choice in a broad range of applications, including electric vehicles, renewable energy integration, aerospace systems, and portable electronics. However, the thermal behavior of these batteries under dynamic operating conditions presents a major challenge in terms of both performance and safety. Particularly during high-rate discharge, uneven temperature distribution within the battery cell can lead to localized overheating, increased degradation, and in extreme cases, thermal runaway.

The prismatic cell format, widely used in large-scale systems such as electric vehicles, requires careful thermal management due to its geometry and limited surface area for natural cooling. Understanding how temperature evolves within the cell during different load scenarios is essential for designing more efficient and safer battery packs. In this study, a detailed thermal analysis of a prismatic lithium-ion cell was performed using ANSYS Fluent with a modeling framework based on the Nonlinear Thermal Governing Kernel (NTGK) approach. The model considers only Joule heating as the internal heat source, assuming a constant internal resistance and neglecting entropic and reversible heat contributions to isolate the effects of current-induced thermal stress.

Boundary conditions were defined using natural convection and surface radiation to simulate realistic heat dissipation paths. Environmental parameters such as ambient temperature (298 K), convective heat transfer coefficient (10 W/m²K), and surface emissivity (0.85) were applied consistently across all simulations. Transient current profiles corresponding to 0.5C, 1C, and 2C discharge rates were implemented over a period of 1800 seconds. Each case provided insights into how temperature gradients form and evolve inside the cell volume over time.

The simulation outcomes revealed a clear trend: under moderate and high discharge rates, significant temperature build-up occurs near the geometric center of the cell, while the outer regions exhibit better heat dissipation. Notably, the 2C scenario produced sharp internal gradients that exceeded safe operating thresholds, highlighting the need for active cooling strategies in high-performance systems. The spatial distribution of temperature also showed

asymmetries influenced by the cell's orientation and convective boundary conditions, suggesting that both geometry and placement have a direct impact on thermal behavior.

These findings offer valuable guidance for engineers and researchers focused on battery safety, reliability, and thermal control. The study underscores the importance of using detailed thermal modeling during the early design phase of battery systems, particularly when targeting applications involving high power density and prolonged cycling. Integrating such models into battery management systems (BMS) may also enhance predictive capabilities for thermal faults and contribute to the overall robustness of energy storage technologies.

Keywords: Lithium-ion battery, thermal modeling, NTGK approach, ANSYS Fluent, internal heat generation, temperature gradient, thermal management

ÖZET

Lityum-iyon bataryalar, günümüzde yüksek enerji yoğunluğu, uzun çevrim ömrü ve düşük kendiliğinden deşarj oranları sayesinde modern enerji sistemlerinin vazgeçilmez bileşenleri hâline gelmiştir. Elektrikli araçlardan yenilenebilir enerji sistemlerine, havacılıktan taşınabilir elektronik cihazlara kadar geniş bir kullanım yelpazesinde tercih edilmekte; sundukları avantajlarla birlikte, ısıl davranışlarının doğru yönetilmesi gerekliliğini de beraberinde getirmektedir. Özellikle yüksek deşarj hızlarında batarya içerisinde meydana gelen sıcaklık dengesizlikleri, yalnızca performans kayıplarına değil, aynı zamanda güvenlik açısından ciddi risklere de yol açabilmektedir. Yerel sıcaklık artışları, hücre içindeki elektrokimyasal reaksiyonları hızlandırmakta ve kapasite kaybına, hızlandırılmış yaşlanmaya ve termal kaçak riskine neden olmaktadır.

Prizmatik batarya hücreleri, özellikle elektrikli araçlar gibi yüksek güçlü uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak geometrik yapısı nedeniyle yüzey alanı sınırlı olduğundan, doğal yollarla gerçekleşen ısı transferi çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, hücre içindeki sıcaklık gelişiminin farklı yük senaryoları altında nasıl değiştiğini anlamak, hem sistem güvenliği hem de verimlilik açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, prizmatik lityum-iyon bir hücrenin ısıl davranışı ANSYS Fluent yazılımı kullanılarak detaylı şekilde modellenmiştir. NTGK (Nonlinear Thermal Governing Kernel) temelli yaklaşım esas alınmış ve iç ısı kaynağı olarak yalnızca Joule (ohmik) ısısı değerlendirilmiştir. Entropik veya tersinir ısı bileşenleri model dışında bırakılarak, elektrik akımının neden olduğu ısı üretimi ön plana çıkarılmıştır. Sınır koşulları, doğal konveksiyon ve yüzey radyasyonu birlikte tanımlanarak gerçekçi ısı atım senaryoları simüle edilmiştir. Ortam sıcaklığı 298 K, konvektif ısı transfer katsayısı 10 W/m²K ve yüzey emisivitesi 0,85 olarak sabitlenmiştir. Simülasyonlar, 0,5C, 1C ve 2C deşarj oranları için 1800 saniyelik süre boyunca zamana bağlı akım profilleriyle yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar, hücre merkezine yakın bölgelerde önemli ölçüde sıcaklık birikimi yaşandığını; dış yüzeylerde ise daha etkin bir ısı atımının gerçekleştiğini göstermiştir. Özellikle 2C senaryosunda, hücre içinde oluşan sıcaklık gradyanlarının güvenli çalışma aralıklarının dışına çıktığı ve termal kaçak riskinin yükseldiği gözlemlenmiştir.

Çalışmada, prizmatik hücrelerin ısıl davranışına dair önemli bulgular ortaya koyulmuştur. Elde edilen veriler, yüksek performanslı batarya sistemlerinde aktif soğutma gerekliliğini vurgulamakta ve batarya yönetim sistemlerinin (BMS) tasarımında kullanılabilecek öngörüler sunmaktadır. Hücre içi sıcaklık dağılımına dair yapılan detaylı analizler, sistem ömrünün uzatılması ve güvenliğin artırılması açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Lityum-iyon batarya, termal modelleme, NTGK yaklaşımı, ANSYS Fluent, sıcaklık dağılımı, ısı üretimi, ısıl güvenlik.

GİRİŞ

Enerji depolama teknolojileri, son yıllarda hem bireysel tüketicilerin hem de endüstriyel uygulamaların öncelikli ihtiyaçlarından biri hâline gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kesintili doğası, mobilite çözümlerinin elektrikliye evrilmesi ve taşınabilir elektronik cihazların çeşitlenmesi, güvenilir ve yüksek performanslı batarya sistemlerine olan talebi hızla artırmıştır. Bu gelişmelerin merkezinde ise lityum-iyon bataryalar yer almaktadır. Sahip oldukları yüksek enerji yoğunluğu, uzun çevrim ömrü, düşük bakım gereksinimi ve kompakt yapıları sayesinde, lityum-iyon bataryalar günümüzün en yaygın enerji depolama bileşenleri arasında kabul edilmektedir.

Lityum-iyon bataryaların kullanım alanlarının çeşitlenmesi ile hem elektriksel hemde ısıl açıdan da detaylı analiz edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Özellikle elektrikli araçlar gibi yüksek güç yoğunluklu uygulamalarda, batarya hücresi içinde oluşan sıcaklık gradyanları sistemin performansını doğrudan etkilemektedir. Yerel sıcaklık artışları, hücre içindeki elektrokimyasal süreçleri hızlandırarak zamanla kapasite kaybına ve hatta güvenlik açıklarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, bataryaların yalnızca nominal kapasite ve gerilim değerleriyle değerlendirilmesi yetersiz kalmakta; ısıl davranışlarının da ayrıntılı biçimde modellenmesi gerekmektedir.

Prizmatik hücreler, modüler yapıları ve yerleşim kolaylıkları sayesinde elektrikli taşıtlarda sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak prizmatik hücrelerin geometrik yapısı, ısı birikimine karşı daha hassas olmalarına neden olabilmektedir. Özellikle merkezi bölgelerde yetersiz ısı transferi sonucunda meydana gelen ısı birikimi, performans düşüşüne ve hücre ömrünün kısalmasına yol açmaktadır. Termal modelleme ve simülasyon çalışmaları, batarya tasarımı ve güvenliği açısından oldukça önemli hale gelmiştir.

Bu çalışmada, prizmatik tipte bir lityum-iyon batarya hücresinin çeşitli deşarj senaryoları altındaki ısıl davranışı, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) tabanlı bir yaklaşımla analiz edilmiştir. ANSYS Fluent yazılımında oluşturulan modelde, iç ısı üretimi Joule ısısı üzerinden tanımlanmış; doğal konveksiyon ve yüzey radyasyonu gibi dış ısı transfer mekanizmaları da dikkate alınmıştır. Bu çalışma ile elde edilen verilerin, hem akademik araştırmalara hem de endüstriyel tasarım süreçlerine katkı sunması amaçlanmaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Lityum-iyon bataryaların yüksek enerji yoğunluğu ve çevrim ömrü gibi avantajlarının yanında, kullanım sırasında meydana gelen ısıl etkiler batarya güvenliği ve performansı açısından kritik bir konu hâline gelmiştir. Çeşitli literatür çalışmalarında, iç ısı üretiminin batarya hücresindeki sıcaklık dağılımını doğrudan etkilediği ve bu durumun hem elektrokimyasal kararlılık hem de yapısal bütünlük üzerinde belirleyici rol oynadığı vurgulanmaktadır (Pesaran, 2002; Santhanagopalan et al., 2008).

Bataryalardaki ısı üretimi temel olarak üç kaynaktan oluşmaktadır: Joule ısısı (ohmik kayıplar), entropik ısı (reaksiyon esnasındaki ısı alışverişi) ve reversibl (geri dönüşümlü) ısı bileşenleri. Ancak birçok çalışmada, özellikle yüksek akımlı senaryolarda Joule ısısının baskın olduğu ve sistem davranışını büyük ölçüde şekillendirdiği ifade edilmektedir (Forgez et al., 2010). Sıcaklık artışı, hücre içindeki elektrolit bozunmasını hızlandırmakta, gaz oluşumuna neden olmakta ve termal kaçak riskini ciddi biçimde artırmaktadır (Huang et al., 2020). Bu durum, hem bireysel hücrelerde hem de çok hücreli batarya paketlerinde ciddi güvenlik açıklarına yol açabilmektedir.

Literatürde, özellikle termal kaçak (thermal runaway) süreci detaylı şekilde incelenmiş ve zincirleme tepkimelerin sıcaklık eşiklerinin aşılmasıyla başladığı ortaya konmuştur (Spotnitz

& Franklin, 2003). Bu sürecin erken teşhisi ve önlenmesi, batarya yönetim sistemlerinin (BMS) etkinliği ile doğrudan ilişkilidir.

Batarya sistemlerinde ısıl yönetim, yalnızca soğutma elemanlarının seçimiyle sınırlı olmayıp; hücre içi sıcaklık dağılımının modellenmesi, analiz edilmesi ve sınır koşullarının optimize edilmesi gibi çok katmanlı bir mühendislik yaklaşımını gerektirir. Bu bağlamda ısıl modelleme çalışmaları, hem akademik hem de endüstriyel alanda büyük önem kazanmıştır. Ayrıca farklı hücre form faktörlerinin (prizmatik, silindirik, pouch) ısı yayılımındaki rolü de dikkat çekmektedir. Özellikle prizmatik hücrelerde merkez bölgelerde sıcaklık birikiminin daha yüksek olduğu; silindirik hücrelerin ise yüzey alanı avantajıyla daha dengeli bir ısı dağılımı sunduğu rapor edilmiştir (Li et al., 2019).

Soğutma yöntemleri de ısıl denge açısından önemli bir değişken olarak öne çıkmaktadır. Hava soğutma, sıvı soğutma ve faz değişimli malzeme (PCM) destekli çözümler literatürde sıkça karşılaşılan yöntemlerdir. Özellikle faz değişimli sistemler, yüksek ısı sönümleme kapasiteleri sayesinde ani sıcaklık artışlarını dengeleme potansiyeli taşımaktadır (Ling et al., 2015).

Lityum-iyon bataryaların ısıl davranışını anlamaya yönelik çalışmalar, genellikle iki temel modelleme yaklaşımı üzerinden yürütülmektedir: yığılmış parametreli (lumped) modeller ve üç boyutlu detaylı sayısal modeller. Yığılmış modeller düşük hesaplama maliyeti ve hızlı sonuç üretme avantajı sunarken, hücre içindeki yerel sıcaklık farklarını tespit etmede yetersiz kalmaktadır (Bernardi et al., 1985). Buna karşılık, sayısal modelleme yaklaşımları, özellikle hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) yöntemleri kullanıldığında, daha yüksek çözünürlükle fiziksel gerçekliği yansıtabilmektedir (Wang et al., 2015).

NTGK (Nonlinear Thermal Governing Kernel) modeli, lityum-iyon hücrelerin zamana bağlı ve konuma göre değişen ısıl davranışlarını tanımlamada güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu modelin en önemli avantajı, doğrusal olmayan ısıl iletkenlik, özgül ısı kapasitesi gibi sıcaklıkla değişen parametreleri ve geçici sınır koşullarını bir arada çözümleyebilmesidir (Chacko & Chung, 2012). Forgez ve arkadaşlarının (2010) çalışmasında, NTGK modelinin deneysel verilerle yüksek uyum gösterdiği, özellikle hızlı şarj/deşarj senaryolarında bile sıcaklık tahminlerinin oldukça isabetli olduğu rapor edilmiştir.

NTGK modeli dışında, entegre elektrokimyasal-ısıl modeller de bazı çalışmalarda tercih edilmiştir. Bu tür modeller, hücre içindeki reaksiyonları ısıl etkilerle birlikte çözerek daha kapsamlı analiz imkânı sunmaktadır (Tanim et al., 2015). Ancak bu modellerin çözüm süreleri daha uzundur ve parametre kalibrasyonu gerektirir.

Sayısal analizlerde kullanılan yazılımlar da modelleme başarısını etkileyen önemli faktörlerdendir. ANSYS Fluent, gelişmiş mesh yapısı, sınır şartı tanımları ve enerji denklemi çözüm gücüyle öne çıkarken; COMSOL Multiphysics veya Star-CCM+ gibi alternatif çözümler de farklı avantajlar sunmaktadır (Madani et al., 2023). Özellikle batarya paketlerinin analizinde çok hücreli geometri tanımları, paralel hesaplama desteği ve post-processing imkânları belirleyici olmaktadır.

Liu et al. (2022), prizmatik batarya paketlerinde ağ hassasiyeti üzerine yaptıkları analizde, farklı mesh yapılandırmalarının sıcaklık tahminlerine etkisini detaylı olarak incelemiş ve özellikle sınır bölgelerdeki çözünürlük farklarının sonucu ciddi biçimde etkileyebileceğini göstermiştir. Bu bulgu, mesh bağımsızlık analizlerinin önemini bir kez daha ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, NTGK ve benzeri gelişmiş ısıl modeller, lityum-iyon bataryaların güvenli ve verimli şekilde kullanılabilmesi adına giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle yüksek akımlı deşarj koşullarında, bu tür modellerin sunduğu doğruluk, hem batarya yönetim sistemlerinin (BMS) geliştirilmesine hem de termal tasarım süreçlerine değerli katkılar sağlamaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, prizmatik bir lityum-iyon batarya hücresinin çeşitli çalışma koşulları altında maruz kaldığı ısıl davranış, üç boyutlu sayısal analizler yoluyla değerlendirilmiştir. ANSYS Fluent 2023 R2 platformunda yürütülen simülasyonlarda, Joule ısısına dayalı iç ısı üretimi NTGK modeliyle çözümlenmiş, geçici akım profillerine göre zamana bağlı sıcaklık dağılımları ve yüzey ısı akıları analiz edilmiştir.

Geometrik Tanım ve Ağ Yapısı

Batarya hücresi, 100 mm uzunluk, 60 mm genişlik ve 10 mm kalınlığa sahip prizmatik formda modellenmiştir. Geometri, Fluent ortamına entegre DesignModeler modülünde oluşturulmuş, ardından Fluent Meshing aracıyla yapılandırılmıştır. Hücre hacmi, yüzeye yakın bölgelerde yoğunlaştırılmış, merkezde ise daha seyrek ağ yapısıyla tanımlanmıştır. Bu düzenleme sayesinde hem çözüm hassasiyeti hem de hesaplama süresi arasında denge sağlanmıştır.

Ağ bağımsızlık çalışması kapsamında, farklı hücre sayılarıyla yapılan simülasyonlarda, yaklaşık 800.000 elemanlık ağ yapısının sıcaklık profillerinde anlamlı bir değişime neden olmadığı görülmüş ve analizlerde bu yapı esas alınmıştır.

Isı Üretim Modeli

Modellemede iç ısı kaynağı olarak yalnızca ohmik (Joule) ısısı dikkate alınmıştır. Entropik veya geri dönüşümlü ısı terimleri, düşük etkileri nedeniyle ihmal edilmiştir. Hacimsel ısı üretimi aşağıdaki ifadeyle hesaplanmıştır:

$$\dot{q} = I^2(t) \times R_{iç} / V$$

Burada I(t) zamana bağlı akım, $R_{iç}$ hücre iç direnci, V hücre hacmi, $\dot{q}$ ise hacim başına ısı üretimidir. NTGK modeli, bu ısı kaynağını sıcaklıkla değişen iletkenlik ve özgül ısı gibi termofiziksel özelliklerle ilişkilendirerek enerji denklemini çözmektedir.

Sınır Koşulları ve Ortam Parametreleri

Tüm analizlerde, batarya yüzeylerinden çevreye doğal konveksiyon ve yüzey radyasyonu yoluyla ısı transferi varsayılmıştır. Konvektif ısı transfer katsayısı 10 W/m²K olarak atanmış, yüzey emisivitesi ise 0.85 olarak tanımlanmıştır. Ortam sıcaklığı 25 °C (298 K) kabul edilmiştir. Fluent arayüzünde “external natural convection” ve “surface to ambient radiation” sınır koşulları aktif edilerek fiziksel ortam gerçekçi şekilde temsil edilmiştir.

Uygulanan Senaryolar

Hücre, farklı deşarj hızlarında (0,5C, 1C ve 2C) 1800 saniye boyunca sabit akım altında çalıştırılmıştır. Her senaryo için ayrı çözümler yapılmış ve sıcaklık değişimleri kaydedilmiştir. Buna ek olarak, Dünya genelinde yaygın kullanılan WLTC (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle) sürüş döngüsüne ait değişken akım profili de sisteme uygulanmış ve bataryanın gerçek trafik koşullarındaki termal tepkisi analiz edilmiştir.

Sayısal Çözüm Parametreleri

Enerji denklemleri, ikinci dereceden zamansal ayrıklaştırma yöntemiyle çözülmüş, SIMPLE algoritması kullanılarak basınç–hız bağıntısı kurulmuştur. Uzamsal ayrıklaştırmalarda ise ikinci dereceden yukarı yönlü (second order upwind) şemalar tercih edilmiştir. Enerji çözüm toleransı 1×10^{-6} olarak belirlenmiştir. Tüm senaryolarda zaman adımı 1 saniye olarak seçilmiş ve toplam çözüm süresi 1800 zaman adımı ile sınırlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, dört farklı çalışma senaryosu kapsamında elde edilen termal analiz sonuçları sunulmakta ve değerlendirmeler yapılmaktadır. Tüm simülasyonlar, sabit zaman adımlarıyla 1800 saniyelik süreç boyunca yürütülmüş; hücre içi sıcaklık dağılımları, maksimum sıcaklık noktaları ve ortalama yüzey sıcaklıkları karşılaştırılmıştır.

0,5C oranında sabit akım ile çalıştırılan batarya hücresinde, sistemin düşük yük altında verdiği termal tepki gözlemlenmiştir. Bu senaryoda hücre 1800 saniye boyunca kapasitesinin yarısı oranında sabit akım çekmiş ve yalnızca Joule ısısı üretmiştir.

Simülasyon sonuçlarına göre, sıcaklık artışı oldukça sınırlı düzeyde gerçekleşmiş ve maksimum sıcaklık değeri yaklaşık 303,2 K seviyesinde ölçülmüştür. Sıcaklık kontur haritası incelendiğinde, ısının geometrik merkeze yakın bölgelerde yoğunlaştığı, yüzeylerde ise ısı kaybının daha etkin olduğu görülmüştür. Bu durum, doğal konveksiyon ve yüzey radyasyonu yoluyla çevreye ısı transferinin etkili olduğunu göstermektedir.

Zaman-sıcaklık eğrisi analizinde, sıcaklık artışının ilk 600 saniyede belirginleştiği, ardından artış eğrisinin yataylaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, sistemin termal kararlılığa ulaşmaya başladığını göstermektedir. Ayrıca, ısı üretiminin sınırlı olması nedeniyle batarya kabuğu boyunca homojen sıcaklık dağılımına oldukça yakın bir profil elde edilmiştir.

1C oranında sabit akımla gerçekleştirilen deşarj senaryosu, bataryanın orta yük altında gösterdiği ısıl performansı incelemek amacıyla değerlendirilmiştir. Bu durumda, hücre kapasitesine eşit miktarda bir akım çekilerek iç ısı üretimi artırılmıştır.

Simülasyon verilerine göre, maksimum sıcaklık 309,4 K seviyesine ulaşmıştır. Sıcaklık kontur analizlerinde, hücrenin merkezinde daha yoğun bir sıcaklık birikimi gözlemlenmiş, özellikle kalınlık yönündeki (z-ekseni) gradyanların arttığı tespit edilmiştir. Yüzey sıcaklıkları ile merkez sıcaklıkları arasında oluşan fark, 0,5C senaryosuna kıyasla yaklaşık iki kat artmıştır.

Zamana bağlı sıcaklık eğrisinde, başlangıçtaki yükselme eğrisi daha dik olup, 900. saniyeden sonra denge eğilimine girdiği görülmüştür. Bu durum, orta yüklerde termal dengeye ulaşma süresinin daha uzun olduğunu ve yüzeylerden ısı atımının sınırlı kaldığını göstermektedir.

2C oranındaki yüksek deşarj senaryosu, bataryanın maksimum zorlanma altındaki ısıl performansını test etmeye yönelik hazırlanmıştır. Bu koşul altında, iç ısı üretimi hızla artmış ve ısıl birikim belirginleşmiştir.

Simülasyon sonuçlarına göre maksimum sıcaklık 316,8 K'ye ulaşmıştır. Bu değer, çevre sıcaklığına göre yaklaşık 19 K'lik bir farkı işaret etmekte ve termal yönetimin yetersiz kaldığını göstermektedir. Hücre içinde belirgin sıcaklık gradyanları oluşmuş, özellikle merkez bölgede ısı birikimi dikkat çekmiştir.

Isı akısı yönleri vektörel olarak analiz edildiğinde, ısı transferinin büyük ölçüde yüzeylere dik olacak biçimde yönlendiği görülmüştür. Bu da geometrik tasarımın ve sınır koşullarının ısı tahliyesi üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır.

Gerçek sürüş koşullarını temsil eden WLTC profili, değişken yükler altında hücrenin gösterdiği tepkileri incelemek amacıyla uygulanmıştır. Bu profilde zamanla değişen akım büyüklükleri, hücreyi hem düşük hem yüksek yüklerde test etme olanağı sunmuştur.

Analiz sonuçları, maksimum sıcaklıkların 314,2 K seviyesine ulaştığını ve sıcaklık artışlarının ani akım sıçramalarıyla doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Sıcaklık konturları, özellikle 900. saniye civarında kısa süreli yüksek yük sonrası hızlı ısı birikimini ortaya koymuştur. Ancak profilin sonunda, yük azaldıkça sistem tekrar soğuma eğilimine geçmiştir.

Bu durum, geçici yük profillerinde ısıl yönetimin yalnızca ani yükselmeleri değil, sonrasında gerçekleşen dengeleme süreçlerini de dikkate alması gerektiğini göstermektedir.

Model doğruluğunu artırmak ve sayısal sonuçların ağ yoğunluğuna bağlılığını değerlendirmek amacıyla mesh bağımsızlık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yaklaşık 220.000, 270.000 ve 320.000 elemandan oluşan üç farklı ağ yapısıyla simülasyonlar yürütülmüştür. Analiz sonuçları, 270.000 eleman ve üzerindeki yapıların sunduğu sıcaklık değerlerinde farkın %1'in altında kaldığını göstermiştir.

Çözüm hassasiyeti ile hesaplama süresi arasında optimum denge sağlayan yaklaşık 280.000 elemanlık yapı tercih edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, ağ yoğunluğunun belirli bir eşik değerden sonra çözüm üzerinde sınırlı etki yaptığını ve orta seviye yoğunluklu yapıların batarya modellemesinde yeterli doğruluk sağladığını ortaya koymuştur.

Elde edilen simülasyon sonuçları, lityum-iyon bataryaların termal davranışına ilişkin mevcut literatürle genel uyum göstermektedir. Özellikle yüksek deşarj oranlarında merkezde biriken ısının yüzeylerden uzaklaşması zorlaştığı ve bu durumun sıcaklık gradyanlarını artırdığı önceki çalışmalarla da doğrulanmaktadır.

Huang ve ark. (2020), prizmatik hücrelerde sıcaklık artışının özellikle iç katmanlarda yoğunlaştığını ve bu durumun termal kaçak riskini tetikleyebileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde, bu çalışmada da 2C senaryosunda merkez sıcaklığı ile yüzey sıcaklığı arasındaki farkın 19 K seviyesine ulaşması, bu görüşü destekler niteliktedir.

Madani et al. (2023) tarafından hızlı şarj ve deşarj senaryolarında yapılan analizlerde, hücre içi sıcaklık gradyanlarının performans kaybı ve güvenlik açısından kritik olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada elde edilen zaman-sıcaklık eğrileri de, özellikle yüksek akım uygulamalarında sıcaklığın hızlı yükseldiğini ve bu etkinin termal yönetim stratejileriyle mutlaka kontrol altına alınması gerektiğini ortaya koymuştur.

WLTC sürüş döngüsüne ilişkin olarak ise, Pesaran (2002) değişken yükler altında bataryanın dinamik ısıl yanıtının önemli olduğunu ve sürekli izleme ihtiyacı bulunduğunu ifade etmiştir. Yürütülen simülasyonlarda da bu ihtiyaç net biçimde gözlemlenmiş; ani yük geçişlerinde sıcaklık artışlarının hızlandığı, yük düşüşleri sonrası ise soğuma eğilimlerinin başladığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışmada elde edilen bulgular, literatürde sunulan teorik ve sayısal modellemelerle uyumludur ve özellikle yüksek performanslı batarya paketlerinde etkili bir ısıl yönetim sisteminin gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, prizmatik tipte bir lityum-iyon batarya hücresinin farklı deşarj koşulları ve gerçek sürüş profili altında gösterdiği ısıl davranış, NTGK temelli bir sayısal modelleme yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen simülasyonlar, özellikle iç ısı üretiminin dağılımı, sıcaklık gradyanlarının oluşumu ve batarya yüzeyinden çevreye gerçekleşen ısı transferi süreçlerini detaylı biçimde ortaya koymuştur.

0,5C gibi düşük akım oranlarında sistemin kararlı bir sıcaklık rejimine ulaştığı, merkez ile yüzey arasında belirgin bir sıcaklık farkı oluşmadığı görülmüştür. Buna karşın, 1C ve 2C senaryolarında iç sıcaklık artışı daha belirgin hâle gelmiş; özellikle 2C senaryosunda maksimum sıcaklık değeri 316,8 K seviyesine ulaşmıştır. Bu durum, yüksek akımlarla çalışan sistemlerde termal yönetim gereksiniminin arttığını göstermektedir.

WLTC sürüş döngüsünde ise sıcaklık artışlarının yük geçişlerine bağlı olarak anlık tepkiler verdiği; bu nedenle, sadece ortalama sıcaklıkların değil, zamana bağlı değişimlerin de dikkate

alınmasının gerekliliği anlaşılmıştır. Mesh bağımsızlık analizi ile doğrulanan ağ yapısı sayesinde elde edilen tüm sonuçların çözüm hassasiyeti güvenilir düzeyde tutulmuştur.

Yapılan analizler, prizmatik batarya hücrelerinde sadece yapısal tasarımın değil, aynı zamanda uygun soğutma stratejilerinin belirlenmesinin de kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle yüksek yük koşullarında merkezde biriken ısının uzaklaştırılması için etkin bir ısıl yönetim sisteminin geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, gelecekteki çalışmalarda entropik ısı üretiminin ve çoklu hücre etkileşimlerinin de modele dâhil edilmesi, analiz derinliğini artıracaktır.

KAYNAKÇA

Bernardi, D., Pawlikowski, E., & Newman, J. (1985). A general energy balance for battery systems. *Journal of the Electrochemical Society*, 132(1), 5–12. https://doi.org/10.1149/1.2113792

Chacko, S., & Chung, Y. M. (2012). Thermal modelling of Li-ion polymer battery for electric vehicle drive cycles. *Journal of Power Sources*, 213, 296–303. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.04.015

Forgez, C., Vinh, T. M., El-Kaddouri, M., Morcrette, M., & Delacourt, C. (2010). Thermal modeling of a cylindrical $LiFePO_4$/graphite lithium-ion battery. *Journal of Power Sources*, 195(9), 2961–2968. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2009.10.105

Pesaran, A. A. (2002). Battery thermal models for hybrid vehicle simulations. *Journal of Power Sources*, 110(2), 377–382. https://doi.org/10.1016/S0378-7753(02)00200-8

Madani, S. S., Ziebert, C., & Marzband, M. (2023). Thermal behavior modeling of lithium-ion batteries: A comprehensive review. *Symmetry*, 15(8), 1597. https://doi.org/10.3390/sym15081597

Wang, T., Tseng, K. J., Zhao, J., & Wei, Z. (2014). Thermal investigation of lithium-ion battery module with different cell arrangement structures and forced air-cooling strategies. *Applied Energy*, 134, 229–238. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.08.013

Zhang, X., Li, Z., Li, Y., Chen, Y., & Li, J. (2021). An Experimental Study on Thermal Runaway Behavior for High-Capacity $Li(Ni_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1})O_2$ Pouch Cells at Different State of Charges. *Journal of Electrochemical Energy Conversion and Storage*, 18(2), 021012. https://doi.org/10.1115/1.4048936

Huang, P., Yao, C., Mao, B., Wang, Q., Sun, J., & Bai, Z. (2020). The critical characteristics and transition process of lithium-ion battery thermal runaway. *Energy*, 213, 119082. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119082

THERMAL BEHAVIOR AND SAFETY ASSESSMENT OF LITHIUM-ION BATTERY CELLS VIA CFD

LİTYUM-İYON HÜCRELERDE CFD TABANLI ISIL VE GÜVENLİK DEĞERLENDİRMESİ

Mehmet Fatih YİĞİT

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

https://orcid.org/0009-000-3-6593-2108

Doç. Dr. Tarkan KOCA

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

https://orcid.org/0000-0002-6881-4153

ABSTRACT

Lithium-ion batteries (LIBs) have become fundamental components in modern energy storage systems, powering electric vehicles, portable electronics, and renewable energy solutions. Their high energy density, long cycle life, and operational efficiency make them ideal for these applications. However, despite these advantages, LIBs face significant thermal management challenges that impact both performance and safety. Elevated temperatures within the cell, especially under high discharge rates or abusive conditions, can initiate thermal runaway, which poses risks of fire, explosion, and irreversible battery damage.

This study conducts a comprehensive computational fluid dynamics (CFD) analysis to investigate the thermal behavior and safety of prismatic lithium-ion battery cells. Utilizing ANSYS Fluent 2023 R2, three-dimensional transient simulations were performed for multiple discharge scenarios, including constant current rates of 0.5C, 1C, and 2C, as well as a dynamic load profile modeled after the Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure (WLTP). The thermal model accounts for heat generation primarily through Joule heating, neglecting entropic heat generation due to its comparatively minor effect during steady-state discharge. The simulations incorporate boundary conditions representing natural convection and radiation heat loss to the ambient environment maintained at 25°C.

Simulation results reveal that higher discharge rates significantly increase the cell's peak temperature and intensify internal temperature gradients. For instance, the 2C discharge scenario results in maximum temperatures exceeding 60°C, a critical threshold where cell degradation and safety hazards become pronounced. The dynamic WLTP profile demonstrates the thermal response of the cell to real-world varying load conditions, exhibiting cyclical temperature fluctuations and highlighting the importance of dynamic thermal management in battery systems.

The study emphasizes the effectiveness of CFD modeling in predicting thermal behavior and identifying potential safety issues in lithium-ion batteries. The insights gained provide valuable guidance for the design of battery management systems (BMS) and the development of thermal protection strategies to mitigate risks. Future research will focus on integrating electrochemical

reactions with thermal models to enhance the prediction of thermal runaway phenomena and the propagation of heat within battery packs.

Keywords: Lithium-ion batteries, thermal modeling, CFD, battery safety, Joule heating, WLTP cycle.

ÖZET

Lityum-iyon bataryalar (LİB), günümüzün enerji depolama sistemlerinde temel bileşenler olarak kullanılmakta ve elektrikli araçlardan taşınabilir elektroniklere, yenilenebilir enerji uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır. Bu bataryalar yüksek enerji yoğunluğu, uzun çevrim ömrü ve yüksek çalışma verimliliği ile bu alanlarda tercih edilmektedir. Ancak, tüm avantajlarına rağmen, LİB'lerin termal yönetimi hem performans hem de güvenlik açısından önemli zorluklar barındırmaktadır. Özellikle yüksek deşarj oranları veya olumsuz çalışma koşulları altında hücre içindeki sıcaklıkların artması, termal kaçak (thermal runaway) riskini tetikleyerek yangın, patlama ve geri dönüşü olmayan hasarlara yol açabilmektedir.

Bu çalışmada, prizmatik yapıya sahip bir lityum-iyon batarya hücresinin ısıl davranışı ve güvenliği Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) yöntemiyle kapsamlı olarak incelenmiştir. ANSYS Fluent 2023 R2 kullanılarak gerçekleştirilen üç boyutlu zamana bağlı simülasyonlarda, 0,5C, 1C ve 2C sabit deşarj oranlarının yanı sıra Dünya Uyumlu Hafif Taşıtlar Test Prosedürü (WLTP) baz alınarak oluşturulan dinamik yük profili analiz edilmiştir. Isı üretimi modeli, sürekli deşarj sırasında baskın olan Joule ısısını içermekte olup, entropik ısı etkisi ihmal edilmiştir. Sınır koşulları, ortam sıcaklığı 25°C'de sabit tutulurken, doğal konveksiyon ve radyasyon yoluyla ısı kaybını simüle edecek şekilde tanımlanmıştır.

Simülasyon sonuçları, artan deşarj oranları ile hücre içindeki maksimum sıcaklığın önemli ölçüde yükseldiğini ve sıcaklık gradyanlarının şiddetlendiğini göstermektedir. Özellikle 2C deşarj senaryosunda, hücre içinde kritik seviyelerin üzerine çıkan 60°C'nin üzerinde sıcaklıklar oluştuğu belirlenmiştir; bu durum, hücre bozulması ve güvenlik açısından ciddi riskler taşımaktadır. Dinamik WLTP senaryosu, hücrenin gerçek kullanım koşullarındaki sıcaklık değişimlerini ortaya koymakta, periyodik ısıl dalgalanmalar ile dinamik ısıl yönetimin önemini vurgulamaktadır. Bu çalışma, CFD tabanlı sayısal modellemenin lityum-iyon bataryaların termal davranışını tahmin etmede ve güvenlik sorunlarını önceden belirlemede etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, batarya yönetim sistemlerinin (BMS) tasarımına ve termal koruma stratejilerinin geliştirilmesine yönelik önemli bilgiler sunmaktadır. Gelecekte, elektro-kimyasal süreçlerin de modele entegre edilerek termal kaçak başlangıcı ve ısı yayılımının daha gerçekçi bir şekilde simüle edilmesi planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lityum-iyon bataryalar, ısıl modelleme, CFD, batarya güvenliği, Joule ısısı, WLTP döngüsü

GİRİŞ

Dünya genelinde yaşanan hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, enerji tüketimini her geçen gün artırmaktadır. Fosil yakıtların çevresel etkileri ve tükenebilir kaynak olmaları, alternatif ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu çerçevede, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması ve enerji verimliliğinin artırılması temel hedefler arasına girmiştir. Ancak, yenilenebilir enerji üretim sistemlerinin doğası gereği değişken ve kesintili olması, enerji depolama teknolojilerinin önemini artırmıştır (Kolodziejczyk, Mortazavi, Rabczuk, & Zhuang, 2021).

Enerji depolama sistemleri, elektrik enerjisinin üretim zamanından tüketim zamanına aktarılması ve enerji arz-talep dengesinin sağlanması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu teknolojiler içinde lityum-iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu, uzun çevrim ömrü, düşük ağırlık ve yüksek verimlilikleri nedeniyle öne çıkmaktadır (Sun, Dan, Wei, Cai, Zhao, & Wright, 2023). Elektrikli araçlar, taşınabilir elektronik cihazlar, elektrik şebekesi entegrasyonları ve acil durum enerji sistemlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Zeng, Chalise, Lubner, Kaur, & Prasher, 2021).

Lityum-iyon bataryaların kullanım alanlarının artmasıyla birlikte, özellikle elektrikli araçlarda batarya güvenliği öncelikli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Batarya hücrelerinin kimyasal yapıları ve yoğun enerji depolama kapasiteleri, yüksek sıcaklıklarda termal kaçak riskini beraberinde getirmektedir. Termal kaçak, hücre içerisinde oluşan aşırı sıcaklık nedeniyle başlatılan geri dönülemez ısıl reaksiyon zinciridir ve yangın ya da patlama ile sonuçlanabilir (Kolodziejczyk et al., 2021).

Batarya içerisinde ısı üretimi iki temel mekanizma ile gerçekleşir: Joule ısısı ve entropik ısı. Joule ısısı, akımın hücre içindeki elektrik direncinden geçerken açığa çıkan ısıdır ve özellikle yüksek deşarj oranlarında baskın hale gelir (Sun et al., 2023). Entropik ısı ise elektrokimyasal reaksiyonların termodinamik süreçlerinden kaynaklanır ve daha çok şarj-deşarj döngülerinin belirli anlarında etkindir (Lei, Wang, & Shi, 2024). Isı üretiminin kontrol edilmesi ve hücre içi sıcaklıkların sınırlar içinde tutulması, batarya performansının ve ömrünün korunması açısından zorunludur (Zeng et al., 2021).

Batarya hücrelerinde sıcaklık gradyanlarının oluşması, hücre içerisindeki farklı bölgelerin farklı hızlarda ısınmasına neden olur. Bu durum, hücre malzemelerinde gerilmelere ve elektrokimyasal dengesizliklere yol açarak ömrü kısaltır. Ayrıca, hücreler arası termal dengesizlikler batarya modülünün genel güvenliğini tehdit eder (Sun et al., 2023). Bu nedenle, etkin ısıl yönetim sistemlerinin tasarımı ve geliştirilmesi hayati önem taşımaktadır (Kolodziejczyk et al., 2021).

Lityum-iyon bataryaların ısıl davranışlarını incelemek için deneysel çalışmalar önemli bilgiler sunsa da, bu yöntemler maliyetli ve zamana bağlıdır. Özellikle hücre içindeki sıcaklık dağılımının detaylı ölçümü teknik olarak zordur. Bu nedenle, sayısal simülasyon teknikleri yaygın şekilde kullanılmaktadır (Lei et al., 2024).

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD), akışkan hareketi ve ısı transferi problemlerinin sayısal çözümünde kullanılan güçlü bir araçtır. Batarya hücrelerinin iç ve dış ısı transfer süreçlerini gerçekçi şekilde modelleyerek, farklı çalışma koşullarında hücre sıcaklıklarını ve sıcaklık gradyanlarını tahmin etmek mümkündür. CFD analizleri, batarya tasarımı ve ısıl yönetim sistemlerinin optimizasyonunda önemli avantajlar sağlar (Zeng et al., 2021).

Literatürde birçok çalışma, prizmatik, silindirik ve pouch tipi bataryaların CFD temelli ısıl analizlerini gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalar, farklı C oranlarının, soğutma yöntemlerinin ve çevresel koşulların hücre sıcaklıkları üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Mesh bağımsızlığı, model doğruluğu, ısı üretimi modelleri gibi parametreler üzerinde yoğunlaşmış ve gerçekçi sonuçlar elde edilmiştir (Lei et al., 2024).

Kolodziejczyk ve arkadaşları (2021), lityum-iyon bataryalarda termal kaçak başlatma koşullarını deneysel ve sayısal olarak araştırmış; yüksek C oranlarında kritik sıcaklıkların kolayca aşıldığını göstermiştir. Sun ve diğerleri (2023), hızlı şarjın batarya içi sıcaklık dağılımı ve termal homojenlik üzerindeki etkisini incelemiş, etkili ısıl yönetimin batarya ömrü için vazgeçilmez olduğunu belirtmiştir. Lei ve çalışma arkadaşları (2024), mesh hassasiyetinin simülasyon sonuçlarını önemli ölçüde etkilediğini vurgulamış, modelleme doğruluğunun

sağlanması için detaylı ağ analizleri önermiştir. Zeng ve ekibi (2021) ise prizmatik hücrelerde farklı mesh yapılandırmalarının sıcaklık tahminlerindeki önemini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, prizmatik yapıda ve belirli boyutlarda bir lityum-iyon batarya hücresi üzerinde 0,5C, 1C, 2C sabit deşarj oranları ve WLTP dinamik yük profili altında kapsamlı bir CFD temelli ısıl analiz gerçekleştirilmiş olup hem hücre içindeki sıcaklık dağılımı hem de termal güvenlik riskleri detaylı şekilde incelenmiş, literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Ayrıca, batarya yönetim sistemlerine ve ısıl koruma stratejilerine katkı sunacak önemli bulgular elde edilmiştir.

SAYISAL MODELLEME VE SİMÜLASYON

Bu çalışmada, prizmatik lityum-iyon batarya hücresinin farklı yük koşullarındaki termal davranışı, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) tabanlı sayısal analiz ile incelenmiştir. Simülasyonlar, ANSYS Fluent 2023 R2 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, üç boyutlu, zamana bağlı ve içten ısı üretimli bir model oluşturulmuştur. Modelde, prizmatik hücre homojen bir katı olarak kabul edilmiştir. Elektrotlar, ayırıcı katmanlar ve aktif malzeme gibi iç detaylar geometrik olarak temsil edilmemiş, bunun yerine tüm hücre hacmine yayılan hacimsel ısı üretimi tanımlanmıştır.

Batarya hücresi, 110 × 50 × 15 mm boyutlarında dikdörtgen prizmatik bir yapı olarak modellenmiştir. Hücreye ait termofiziksel özellikler literatürde yaygın kullanılan ortalama değerler dikkate alınarak atanmıştır. Yoğunluk 2380 kg/m³, özgül ısı kapasitesi 960 J/kgK ve ısıl iletkenlik 1,5 W/mK olarak kabul edilmiştir. Modelde yalnızca Joule ısısı dikkate alınmıştır. Entropik ısı etkisi, sabit akım altında çalışan hücrelerde ihmal edilebilir düzeyde olduğu için, bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. İçsel ısı üretimi, akımın karekökü ile iç direnç çarpımının hücre hacmine oranlanmasıyla elde edilmiştir. Hücre iç direnci, önceki deneysel çalışmalarda önerilen değerlere uygun şekilde 1–2 mΩ arasında alınmıştır.

Isı transferi yalnızca iletim yoluyla modellenmiş, hücre yüzeylerinden çevreye olan ısı kaybı ise doğal konveksiyon ve radyasyon mekanizmalarıyla temsil edilmiştir. Dış yüzeylerde ortam sıcaklığı 25 °C olarak sabitlenmiş, doğal konveksiyon için 10 W/m²K'lik bir ısı transfer katsayısı atanmıştır. Yüzey radyasyonu emisivite değeri 0,85 olarak kabul edilerek Stefan–Boltzmann yasasıyla modellenmiştir. Batarya, çevresel etkilerden izole bir ortamda çalışıyor varsayılmış ve dış hava akımı hesaba katılmamıştır. Bu yaklaşım, gerçek uygulamalarda hava akısının düşük olduğu pasif soğutmalı sistemlere benzetilmiştir.

Sayısal çözüm, geçici rejimde gerçekleştirilmiş ve toplam simülasyon süresi 1800 saniye olarak belirlenmiştir. Bu süre zarfında çözüm adımları birer saniyelik zaman adımlarıyla ilerlemiş ve her adımda enerji denklemi ikinci mertebe hassasiyetle çözülmüştür. Hesaplamalar sırasında hata toleransı 10^{-5} olarak seçilmiş ve çözüm yakınsaması dikkatle izlenmiştir. Hücre geometrisi, Fluent Meshing aracı kullanılarak yapılandırılmış ve toplamda yaklaşık 300.000 elemandan oluşan düzenli bir hexahedral ağ yapısı elde edilmiştir. Mesh bağımsızlığı testi gerçekleştirilmiş ve belirlenen ağ yapısının simülasyon sonuçları üzerinde güvenilir sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Çalışmada dört farklı deşarj senaryosu uygulanmıştır. Bunlar sırasıyla 0,5C, 1C ve 2C sabit deşarj koşulları ile WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure) bazlı bir dinamik yük profilinden oluşmaktadır. Sabit deşarj senaryolarında, batarya hücresi belirli bir akım değerinde sürekli olarak deşarj edilmiş ve sıcaklık dağılımı zamana bağlı olarak takip edilmiştir. WLTP profili ise MATLAB ortamında hazırlanarak zaman-a bağlı değişen akım fonksiyonu şeklinde ANSYS Fluent'e UDF (User Defined Function) olarak entegre edilmiştir. Bu senaryo, bataryanın gerçek sürüş koşullarındaki tepki davranışını gözlemlemeye imkân tanımıştır.

Her simülasyon sonunda hücre içindeki maksimum sıcaklık, sıcaklık farkı ve yüzey sıcaklığı dağılımları elde edilmiştir. Bu çıktılar, hem batarya hücresinin içsel ısıl dengesini hem de olası güvenlik risklerini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Modelin genel doğruluğu, literatürde daha önce yapılmış benzer çalışmaların bulgularıyla karşılaştırılmış ve sonuçların kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Simülasyon çıktılarının, batarya termal yönetim sistemlerinin tasarımı ve termal koruma stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacak nitelikte olduğu değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen sayısal simülasyon sonuçları, farklı deşarj senaryolarında prizmatik lityum-iyon batarya hücresinin termal davranışını kapsamlı şekilde değerlendirmeye imkân tanımaktadır. Her bir yük profili altında, hücre içindeki sıcaklık dağılımı, maksimum sıcaklık değerleri, sıcaklık gradyanı ve zamana bağlı ısıl tepkiler analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, hem batarya güvenliğini hem de termal yönetim gereksinimlerini ortaya koymaktadır.

0,5C sabit deşarj senaryosu, bataryanın hafif yük altında çalıştığı bir durumu temsil etmektedir. Bu senaryoda, simülasyonun sonunda hücredeki maksimum sıcaklık değeri yaklaşık 36 °C olarak belirlenmiştir. Hücre yüzeyinde sıcaklık dağılımı oldukça homojendir ve sıcaklık gradyanı düşük seviyededir. Zamanla artan sıcaklık, ilk 600 saniyede belirgin şekilde yükselmekte, daha sonra ise sabitlenme eğilimi göstermektedir. Bu durum, ısı üretiminin çevreye olan ısı kaybıyla dengelendiği bir rejimin oluştuğunu göstermektedir. Bu senaryoda elde edilen sonuçlar, bataryanın pasif soğutma ile çalışabileceği güvenli bir termal davranış sergilediğini ortaya koymaktadır.

1C sabit deşarj senaryosunda, hücreye daha yüksek oranda akım uygulanmıştır ve bu durum ısıl davranışta belirgin farklılıklar yaratmıştır. Simülasyon sonunda hücredeki maksimum sıcaklık yaklaşık 45 °C seviyesine ulaşmıştır. Sıcaklık dağılımı, 0,5C senaryosuna göre daha az homojen bir yapıya sahiptir. Hücrenin merkezi bölgelerinde, akım yoğunluğunun daha etkili olduğu kısımlarda sıcaklık artışı daha belirgin şekilde gözlemlenmiştir. Bu da, yüksek akım altında içsel ısı üretiminin arttığını ve batarya içi ısıl dengeyi bozduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, maksimum sıcaklık hâlâ kritik sınırların altında kalmaktadır ve batarya güvenliği açısından orta düzeyde bir risk profili ortaya koymaktadır.

2C sabit deşarj senaryosu, yüksek yük altında çalışan bir batarya durumunu temsil etmektedir ve bu senaryo altında elde edilen termal veriler, güvenlik açısından dikkate değer bulgular içermektedir. Simülasyon sonucunda maksimum sıcaklık değeri 61 °C seviyesini aşmış ve hücre yüzeyinde ciddi sıcaklık gradyanları oluşmuştur. Özellikle hücrenin merkezine yakın hacim bölgelerinde sıcaklık artışı daha hızlı gerçekleşmiş ve ısıl dengesizlik daha belirgin hale gelmiştir. Bu durum, hücre içinde lokal sıcaklık farklarının arttığını ve termal kaçak riskinin yükseldiğini göstermektedir. Kritik sıcaklık eşiklerinin aşılması, batarya yönetim sistemlerinde aktif soğutma önlemleri alınmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca bu sonuçlar, uzun süreli yüksek akım uygulamalarının batarya ömrü üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini göstermektedir.

WLTP sürüş döngüsüne dayalı dinamik senaryoda ise, batarya zaman içinde değişken yük profiline maruz bırakılmıştır. Bu senaryo, sabit deşarj profillerine kıyasla daha gerçekçi bir yüklenme modeli sunmakta ve batarya tepkisinin daha geniş bir yelpazede değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Simülasyon sonuçlarına göre, sıcaklık zaman içinde dalgalı bir seyir izlemiş ve kısa süreli pik noktaları gözlemlenmiştir. Maksimum sıcaklık değeri 54 °C civarında ölçülmüş ve belirli zaman dilimlerinde sıcaklık artışı oldukça hızlı gerçekleşmiştir. Bu da, ani yük değişimlerinin batarya üzerinde lokal ısıl stresler oluşturabileceğini ortaya koymuştur.

Ayrıca, dinamik senaryo altında sıcaklık gradyanları sabit profillere kıyasla daha düzensiz bir yapıya sahiptir ve batarya modülü genelinde ısıl dengesizlik riski artmaktadır.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, deşarj oranı arttıkça bataryanın maksimum sıcaklığı ve sıcaklık farkı da belirgin şekilde artmaktadır. Özellikle 2C ve WLTP senaryolarında elde edilen sıcaklık değerleri, kritik seviyelere yaklaşmakta veya bu sınırları aşmaktadır. Bu durum, bataryaların yalnızca yüksek performanslı olmalarının yeterli olmadığını; aynı zamanda güvenli bir ısıl yönetim stratejisine sahip olmaları gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Yüksek sıcaklık gradyanları, hücre içi malzeme yıpranmasına, elektrokimyasal dengesizliklere ve nihayetinde kapasite kayıplarına neden olabileceğinden, termal homojenlik batarya tasarımında öncelikli bir parametre olarak değerlendirilmelidir.

Bu sonuçlar doğrultusunda, batarya güvenliğini sağlamak ve performansı uzun vadede koruyabilmek için uygun soğutma sistemlerinin tasarlanması büyük önem arz etmektedir. Özellikle yüksek akımla çalışan veya hızlı şarj edilen sistemlerde, pasif soğutma yöntemleri yetersiz kalmakta, aktif soğutma çözümleri zorunlu hale gelmektedir. Ayrıca, batarya yönetim sistemlerinde sıcaklık izleme sensörlerinin yerleşimi ve kontrol algoritmalarının bu ısıl dinamikleri göz önünde bulunduracak şekilde yapılandırılması gerektiği anlaşılmaktadır.

SONUÇLAR

ürütülen analizler sonucunda, prizmatik lityum-iyon batarya hücresinin çeşitli deşarj senaryoları altındaki termal performansı detaylı biçimde değerlendirilmiştir. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) yöntemiyle yapılan simülasyonlar, hem sabit akımlı hem de dinamik yük koşulları altında sıcaklık dağılımlarını ve ısıl riskleri göz önüne sermiştir. Özellikle 0,5C ve 1C senaryolarında elde edilen sonuçlar, sıcaklık artışının kontrollü bir şekilde olduğu ve batarya yapısında ciddi bir ısıl dengesizlik oluşmadığını göstermektedir.

Ancak 2C sabit deşarj koşulunda ulaşılan maksimum sıcaklık değeri, termal güvenlik açısından kritik olarak değerlendirilen eşiği aşmış ve hücre içerisinde belirgin sıcaklık farkları meydana gelmiştir. Dinamik yük profiline dayanan WLTP senaryosunda ise zaman içerisinde ani sıcaklık artışları gözlemlenmiş ve batarya yönetim sistemlerinin hassas sıcaklık takibine olan ihtiyacını bir kez daha ortaya koymuştur.

Elde edilen veriler, lityum-iyon bataryaların yalnızca performans parametrelerine değil, aynı zamanda sıcaklık kontrolüne yönelik tasarım kriterlerine göre de değerlendirilmesi gerektiğini açıkça göstermektedir. Yüksek akımla çalışan uygulamalarda pasif soğutma yöntemlerinin yetersiz kaldığı; aktif soğutma çözümleri ve akıllı kontrol algoritmalarının gereklilik haline geldiği anlaşılmaktadır. Ayrıca batarya modülleri içinde oluşan sıcaklık farklarının, uzun vadede kapasite düşüşü ve güvenlik riski yaratabileceği unutulmamalıdır.

Sonuçlar, batarya sistemlerinin mühendislik tasarım süreçlerinde termal analizlerin vazgeçilmez olduğunu ortaya koymaktadır. Sayısal modelleme teknikleri, hem batarya içindeki fiziksel süreçlerin anlaşılmasına hem de güvenli çalışma aralıklarının belirlenmesine olanak tanımaktadır. Önümüzdeki dönemlerde yapılacak daha gelişmiş modelleme çalışmaları ile batarya sistemlerinin hem performans hem de güvenlik açısından daha ileri düzeyde optimize edilmesi mümkündür.

KAYNAKÇA

Zeng, Y., Chalise, D., Lubner, S. D., Kaur, S., & Prasher, R. S. (2021). A review of thermal physics and management inside lithium-ion batteries for high energy density and fast charging. *Energy Storage Materials*, 38, 271–290. https://doi.org/10.1016/j.ensm.2021.06.008

Sun, J., Dan, D., Wei, M., Cai, S., Zhao, Y., & Wright, E. (2023). Pack-level modeling and thermal analysis of a battery thermal management system with phase change materials and liquid cooling. *Energies*, 16(15), 5815. https://doi.org/10.3390/en16155815

Lei, D., Wang, Y., & Shi, J. (2024). Investigation on heat generation in fast charging of lithium-ion batteries: Effect of charging rate and battery component thickness. *Numerical Heat Transfer, Part A: Applications*. https://doi.org/10.1080/10407782.2024.2372698

Kolodziejczyk, F., Mortazavi, B., Rabczuk, T., & Zhuang, X. (2021). Machine learning assisted multiscale modeling of composite phase change materials for Li-ion battery thermal management. arXiv preprint. https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.13326

BIO CONJUGATED SILICA NANOPARTICLES: DEVOLOPMENT AND APPLICATION

Tamilarasan. R

Sarukesh. K

Jayaramakani. N

ABSTRACT

Understanding biology and medicine at the molecular level is now necessary due to advanced bioanalysis, which includes precise quantification. This new problem may be solved by bio conjugated silica nanoparticles. Silica nanoparticles have also shown promise in gene and drug delivery, as well as in the diagnosis and treatment of infectious diseases and cancer. In this study, we discuss the synthesis, bio conjugation, and uses of silica nanoparticles in several bioanalysis formats, including the separation, barcoding, and selective tagging of numerous biomedical significant targets. All things considered, we believe that additional advancements in these nanoparticles will yield a range of cutting-edge instruments for molecular biology, genomics, proteomics, and medicine.

INTRODUCTION

The identification of molecular mechanisms involved in disease processes has facilitated the convergence of nanotechnology and biology, resulting in significant progress in medical diagnostics, targeted therapies, molecular biology, and cell biology. Nanoparticles (NPs) have been engineered for bioanalytical purposes, with quantum dots (QDs) representing the most compelling category due to their diminutive size, exceptional brightness, strong photo stability, and ability to multiplex. Nonetheless, QDs possess certain drawbacks, including cytotoxicity, limited water solubility, and non-continuous emission. In contrast, FloDots and Cornell dots, which are fluorescent silica NPs, have emerged as intriguing fluorescent probes thanks to their adaptability, biocompatibility, and hydrophilic properties. Highly luminescent silica NPs have been designed for the targeted labelling of biomedical relevant entities such as cancer cells, bacteria, and specific biomolecules. When compared to organic fluorophores, luminescent silica NPs exhibit multiplexing capabilities, straightforward functionalization, enhanced sensitivity, and improved photo stability. These sophisticated optical characteristics are essential for ultrasensitive bio-imaging, detection, and the real-time observation of complex biological phenomena at the cellular level.

SILICA NP SYNTHESIS BIOCONJUGATION

Reverse micro emulsion and the Stöber method are the two techniques used to produce spherical silica nanoparticles (NPs). Although the polar dye molecules are encapsulated in by the reverse micro emulsion process, they may eventually leak out. Through the hydrolysis of siloxane precursors with ethanol and ammonia, the Stöber technique yields homogeneous silica particles. Magnetic nanoparticles, quantum dots, or organic dye molecules can all be covalently incorporated. Using reactive silanes or templates, mesoporous silica nanoparticles can be produced. In order to improve stability and bio conjugation, post-coating procedures add functional groups.

NP CHARACTERIZATION

Evaluating characteristics of nanoparticles includes determining their size, surface charge, surface chemistry, and optical or magnetic behaviour. In liquid environments, particle size and distribution are determined by light scattering techniques, whereas in a vacuum, techniques such as TEM and SEM are used to measure particle size. A key factor in predicting the stability of nanoparticles is their zeta potential, which shows their surface charge. While low values can cause clumping, large values can stop aggregation. Because surface alteration increases repulsive interactions, it can improve stability. Product optimisation is aided by variables that affect zeta potential and flow characteristics, such as pH, additive content, and ionic strength. Dye-doped silica nanoparticles are better than conventional dyes for bio imaging and labelling because they provide strong, stable fluorescence and facilitate multiplexing.

APPLICATION OF SILICA NP

The sophisticated characteristics of silica NP probes offer them a significant edge in disease targeting, bio imaging, cell and cellular component separation, and single-molecule detection. Their spectrum of applications includes everything from medicine to biology.

CANCER CELL IMAGING

The text describes various effective methods for labelling cells in cancer detection using nanoparticles (NPs). The main points include:

1. Immunofluorescent Labeling:
   Dye-doped silica NPs demonstrate high specificity and brightness for marking cancer cell surface markers and tissue samples, which aids in real-time diagnosis during surgical procedures.
2. Antibody-Antigen Interaction:
   NPs can be modified with antibodies to selectively bind to cancer cells. For example, a mouse anti-human CD10 antibody was utilized to label leukemia cells, effectively enabling detection through fluorescence microscopy
3. Alternative Affinity Agents:

   Beyond antibodies, other molecules such as receptor ligands (like folic acid) and recognition peptides can be attached to NPs. Folic acid-conjugated NPs effectively targeted SCC-9 cancer cells, confirming their efficacy through receptor-mediated endocytosis.

4. Peptide-Targeted Uptake: NPs labeled with specific peptides (such as the HIV-derived TAT peptide) can be internalized by cancer cells, facilitating targeted delivery of diagnostic and therapeutic agents.
5. Aptamers as Ligands:
   Aptamers, which are short DNA or RNA strands, offer advantages over antibodies, including high affinity, specificity, and lower costs. They can be conjugated to NPs to improve cellular imaging and targeting, especially for acute leukaemia cells.

ULTRA SENSITIVE SINGLE BACTERIUM DETECTION:

The ability to quickly and accurately detect small amounts of harmful bacteria, like E. Coli O157:H7, is crucial for keeping our food and water safe, diagnosing illnesses, and preventing outbreaks, especially in light of potential terrorist threats. Traditional methods for identifying bacteria often involve growing them in a lab, which can take anywhere from 1 to 5 days. This lengthy process can make it hard to respond quickly when time is of the essence.

To tackle these challenges, researchers have developed an innovative nanoparticle (NP)-based detection method. This approach uses tiny silica nanoparticles, about 60 nanometres in size, that are coated with antibodies specifically designed to target E. Coli O157:H7. By tweaking the ratios of three different dyes used in these nanoparticles, scientists can create unique fluorescence signals that allow for the specific binding to E. Coli O157:H7 cells. Remarkably, this process can generate strong fluorescence signaincrediby 30 minutes, making it a fast and effective way to identify the bacteria. This method is incredibly sensitive, capable of detecting a single bacterium with 99.99% accuracy, and it doesn't require any additional steps to amplify or enrich the sample, which means it can be used for real-time detection.

Moreover, this NP-based assay can be scaled up for high-throughput testing, allowing researchers to analyse over 300 samples at once using a plate reader fluorometer. A specially designed flow cytometer has also confirmed that this method can accurately detect individual bacterial cells with the antibody-coated nanoparticles, providing results in just a few minutes. In practical tests, the method was applied to ground beef samples spiked with E. Coli O157:H7, successfully identifying a single bacterium while showing little to no interference from fat in the meat. Overall, this NP-based approach represents a significant advancement in the rapid, sensitive, and efficient detection of bacteria, making it a valuable tool in various settings.

DNA AND MICROARRAY DETECTION:

DNA and oligonucleotide microarrays have transformed gene expression analysis by enabling large-scale, quantitative monitoring of gene activity. Despite their powerful capabilities, accurately detecting low-abundance gene targets remains a limitation. To address this, fluorescent silica nanoparticles (NPs) have been introduced to amplify fluorescence signals. Initial experiments used a sandwich assay format, where dye-loaded NPs significantly boosted signal intensity, allowing detection at sub-Pico molar levels and enabling identification of single-nucleotide differences.

Advancements continued with the development of Cy3- and Cy5-doped gold/silica core-shell NPs, which improved sensitivity to 1 pmol/L and expanded the detection range compared to traditional fluorophores. Additionally, RuBpy-doped silica NPs were incorporated into Affymetrix GeneChips, providing a stronger and more stable fluorescent signal than conventional staining methods. These NPs simplified the staining process, resisted photo bleaching, and achieved a detection limit as low as 50 fmol/L. Overall, nanoparticle-based probes offer a promising approach to enhance the sensitivity, accuracy, and cost-effectiveness of microarray technologies.

SEPERATION AND PURIFICATION OF BIOLOGICAL MOLECULES AND CELL

Magnetic nanoparticles (NPs) have recently emerged as promising tools for biomedical applications [15, 69]. Their ability to be directed or controlled using magnetic field gradients enables the selective manipulation, separation, and purification of biological materials. For instance, magnetic silica NPs have been engineered to extract trace amounts of DNA or RNA from complex mixtures [43]. These NPs are composed of magnetic core, a silica coating, a biotin-avidin linkage, and a molecular beacon DNA probe [70, 71]. The magnetic core acts as a carrier, while the molecular beacon functions as both a recognition element and a reporter for specific gene sequences. The unique melting behavior of the beacon on the NP surface allows it to effectively distinguish and isolate target DNA from sequences with single-base mismatches. By adjusting temperature and applying magnetic separation, the system achieves

highly specific and efficient collection of target nucleic acids. This method could be useful for early detection of mutant cancer genes and might help in cancer prevention.

In another example, aptamer-functionalized magnetic silica NPs, along with fluorescent silica NPs, have been used to isolate and detect leukemia cells from mixed-cell and whole blood samples [61]. These NPs were modified with aptamers specific to CCRF-CEM leukemia cells. Magnetic NPs enabled selective capture and separation of the target cells, while fluorescent NPs provided visual confirmation. The process took as little as five minutes to separate and label leukemia cells. This dual-NP approach also proved effective in isolating leukemia cells from blood samples spiked with the target cells. The technique was further adapted for the detection of multiple cancer cell types. In an experiment using fetal bovine serum spiked with three different cancer cell lines, specific magnetic NPs were sequentially added for each cell type—Ramos, CEM, and Toledo—followed by separation. Each cell sample was then treated with corresponding fluorescent NPs for identification. These results demonstrate the broad potential of this platform in medical diagnostics, as well as in selective cell isolation and enrichment.

CONCLUSION

Bio-conjugated silica nanoparticles are highly versatile and biocompatible tools in biomedical science, enabling advancements in diagnostics, targeted drug delivery, and molecular imaging. Their precise synthesis through methods like the Stöber and reverse microemulsion techniques allows for effective surface functionalization with biomolecules such as antibodies and ligands. These nanoparticles offer superior sensitivity, stability, and specificity in clinical applications. Ongoing research aims to enhance their targeting and integration capabilities, with promising potential in genomics, proteomics, personalized medicine, and early disease detection.

REFERENCE

1.) Urquhart L. Top drugs and companies by sales in 2018. *Nat Rev Drug Discos*

2019;18(245). Doi: 10.1038/d41573-019-00049-0

2.) Eek D, Krohe M, Mazar I *et al.* Patient-reported preferences for oral versus intravenous administration for the treatment of cancer: a review of the literature. *Patient Prefer Adherence* 2016; 10:1609–1621. Doi: 10.2147/pp. s106629

3.) Pridgen EM, Alexis F & Farrokhzad OC. Polymeric nanoparticle drug delivery technologies for oral delivery applications. *Expert Opine Drug Deliv* 2015;12(9):1459– 1473. Doi: 10.1517/17425247.2015.1018175

4.)Sosnik A & Augustine R. Challenges in oral drug delivery of antiretrovirals and the innovative strategies to overcome them. *Adv Drug Deliv Rev* 2016;103:105–120. Doi: 10.1016/j.addr.2015.12.022

5.) Garcia ampere LE, Alvarez M, Dilla T *et al*. Adherence to therapies in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Ther* 2013;4(2):175–194. Doi: 10.1007/s13300-013-0034-y

6.)Pedway A, Martinez J, Al-Salami H & Dass CR. Oral insulin delivery: existing barriers and current counter-strategies. Pharmocol 2018;70(2):197–213. Doi: 10.1111/jphp.12852

7.) Harrison GA. Insulin in alcoholic solution by the mouth. *BMJ* 1923;2(3286):1204–1205.

Doi: 10.1136/bmj.2.3286.1204

8.) Murlin JR, Sutter CC, Allen RS & Piper HA. Some favourable effects from the alimentary administration of insulin. *Endocrinology* 1924;8(3):331–339. Doi: 10.1210/endo-8-3-331

9.)Salen E. Engie Versicle Mit perorate Drenching von Insulin [Attempts with oral insulin administration]. *Acta Medica Scandinavica* 1924;60(1):74–87. Doi: 10.1111/j.0954- 6820.1924.tb15268.x

10.) Havildar K, Donovan MD & Flanagan DR. Drug transfer through mucus. *Adv Drug*

Deliv Rev 2001;48(2–3):173–193. Doi: 10.1016/s0169-409x(01)00115-6

11.) Mantaj J, Abu-Shams T, Enol-Scott Z *et al.* Role of the basement membrane as an intestinal barrier to absorption of macromolecules and nanoparticles. *Mol Pharm*

2018;15(12):5802–5808. Doi: 10.1021/acs.molpharmaceut.8b01053

12.) Vaisali D, Falcone FH, Stanik S & Garnett M. Basement membrane influences intestinal epithelial cell growth and presents a barrier to the movement of macromolecules.

SUSTAINABILITY AND ADVANCED EXERGY ANALYSIS OF A TURBOJET ENGINE

Ahmet Burak UYAN

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Mechanical Engineering, Ege University, 35100 Bornova-Izmir

ORCID: 0009-0006-8444-2413

Prof. Dr. Hüseyin GÜNERHAN

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ege University, 35100 Bornova-Izmir,

ORCID: 0000-0003-4256-2418

Assoc. Prof. Dr. Cem Tahsin YÜCER

Department of Aerospace Engineering, Faculty of Engineering, Izmir University of Economics, 35330 Balcova-Izmir,

ORCID: 0000-0002-4848-867X

ABSTRACT

In this paper, the thermodynamic performance and environmental impacts of a turbojet engine were investigated through energy, conventional exergy, advanced exergy and sustainability analyses conducted on the JetCat P80-SE turbojet engine. Two different scenarios involving JP-8 and hydrogen fuels were comparatively examined by using the GasTurb software to assess their effects on engine performance. Through energy and conventional exergy analyses, the overall efficiency and losses within the system were identified, while advanced exergy analysis provided detailed insights into the origins of these losses and revealed the improvement potentials. Additionally, sustainability analyses were conducted to calculate the environmental effect factor, waste and recoverable exergy ratios and to determine the exergetic sustainability index of the engine. According to results, hydrogen fuel presents a more favorable outcome in terms of environmental parameters compared to JP-8. For example, the environmental effect factor was calculated as 2.214 for JP-8 and 1.953 for hydrogen. However, in terms of system efficiency, JP-8 exhibits a slight advantage with an exergy efficiency of 30.1%, compared to 29.6% for hydrogen. In all scenarios, the highest exergy destruction occurs in the combustion chamber, calculated as 47.9 kW for JP-8 and 42.6 kW for hydrogen. The findings demonstrate that advanced exergy analysis is a powerful tool in developing performance improvement strategies for gas turbine engines and may serve as a guiding parameter for sustainability-oriented design approaches.

Keywords: Turbojet engine, energy, exergy, advanced exergy, sustainability

INTRODUCTION

Since the beginning of human existence, energy has been a vital factor for survival and progress. Its significance has increased, particularly in light of the quick development of technology. The World Energy Council predicts that global energy demand will increase by 45-60% if the current economic growth patterns continue (Tvaronavičienė et al., 2020). The environmental effect and sustainability of this demand growth present serious obstacles. In order to solve these problems, it is important to focus on industries with high energy consumption, with the aviation industry as one of the largest contributors.According to the International Air Transport Association, the aviation sector consumed around 300 million tons of jet fuel in 2019, which accounted for about 12% of global transportation energy demand (IATA, 2020).Furthermore, it is anticipated that the demand for air travel would double by 2040, leading to an even higher energy consumption in this sector (Lee et al., 2020). In 2018, civil aviation alone emitted around 918 million tons of CO_2, making up about 2.5% of global carbon emissions (ICAO, 2019). Given these statistics, improving the efficiency of gas turbine engines, which power most commercial aircraft, is important for reducing aviation's environmental impact. Therefore, understanding the fundamental operating principles and thermodynamic behavior of these engines is a crucial step in finding potential areas for improvement.

Gas turbine engines operate based on the Brayton cycle, a thermodynamic process that includes compression, combustion, and expansion stages (Rogers, 2017). Simply, the engine uses a multi-stage compressor to compress air before combining it with fuel in the combustion chamber. Gases with high temperature and pressure are produced when the fuel-air mixture ignites. The power needed to run the compressor and create thrust is then produced by the expansion of these gasses inside a turbine. The aircraft is propelled forward by the remaining energy. This process explains how gas turbine engines work and provides the basis for assessing their energy performance. The thermodynamic relationship in these engines is mainly focused on energy conversion efficiency (Çengel and Boles, 2014).Energy can not be generated or destroyed; it can be transferred or transformed into another form, according to the basic law of thermodynamics. This means the total energy input into the engine must equal the sum of useful work output and energy losses. On the other hand, according to the second law of thermodynamics that not all energy can be converted into useful work because of entropy increase and irreversibilities such as those caused by heating. Understanding the difference between energy and exergy is important when analyzing gas turbine engines, as it helps to better identify where and how energy losses happen. Exergy analysis offers a useful approach for finding inefficiencies and gives a deeper understanding of how to optimize these engines for better performance.

In recent years, advanced exergy analysis methods have become more popular as a more detailed approach to evaluating the performance of gas turbine engines. Unlike conventional exergy analysis, advanced exergy analysis separates the exergy destruction into avoidable, unavoidable, endogenous and exogenous parts, which helps to better understand how different components interact. Endogenous exergy destruction comes from within a component, while exogenous exergy destruction results from interactions with other components (Morosuk and Tsatsaronis, 2009). To perform advanced exergy analysis on gas turbine engines, several key steps are involved. First, a conventional exergy analysis must be done to identify overall exergy destruction. Then, mathematical models are used to separate endogenous and exogenous exergy destruction for each component. This approach gives valuable knowledge into which components have the highest potential for improvement and which irreversibilities are occurred due to interactions (Michaelides, 2021). While performing the exergy analysis, it is also important to understand that different types of gas turbine engines are designed for various

operational needs, affecting their efficiency and performance. Therefore, the appropriate exergy analysis must be selected and applied based on each engine design and specific operating conditions. For instance, turbojet engines produce thrust by expelling exhaust gases at high speeds and are mainly used for military operations (Cumpsty, 2003). In contrast, turbofan engines are primarily used in civil aviation and are more fuel-efficient due to their higher bypass ratio compared to turbojet engines, which generates extra thrust and reduces fuel consumption. Turboprops and turboshaft engines are mainly used in smaller aircraft or helicopters, where efficiency at lower speeds and altitudes is more important (Walsh, 2004).

Based on this information, some recent studies on the topic are as follows:

Ballı (2014) conducted an investigation into the energy losses and exergy destruction associated with the J85 turbojet engine powered by JP-8 jet fuel, with a specific focus on thermodynamic inefficiencies under military (MIL) and afterburner (AB) operating modes. The findings of this study indicate that while the AB operating mode significantly increases the energy losses and exergy destruction within the turbojet engine, it concurrently results in a notable reduction in both energy and exergy efficiencies. Moreover, under MIL operating conditions, the energy efficiency of the turbojet engine was calculated to be 31.64%, and its exergy efficiency was determined to be 29.81%, whereas under AB mode, these values decreased to 24.18% and 22.77%, respectively.

Turan et al. (2014) carried out comprehensive analyses of the JT8D low-bypass-ratio turbofan engine, which operates using Jet A1 kerosene fuel, within the framework of the first and second laws of thermodynamics, ensuring a detailed exploration of its thermodynamic performance and efficiency.At maximum power setting, take-off phase, authors conclude that the maximum fuel depletion ratio and the fuel exergy factor are observed in the combustor chamber.

Şöhret et al.(2014) conducted an advanced exergy analysis of the JT3D turbofan engine. According to the results, the turbofan engine has small improvement potential because of the unavoidable exergy destruction rate being 93.55%. The interactions between components are weak, as 81.83% of the exergy destruction is endogenous.

Şöhret et al. (2016) conducted an evaluation of the PW120A turboprop engine within the framework of the first and second laws of thermodynamics. Utilizing a component-based analysis method, they calculated the energy and exergy ratios, exergy destruction rate, improvement potential, fuel consumption rate, and efficiency ratios. The overall energy and exergy efficiency of the engine were determined to be 27.89% and 26.74%, respectively.

Ballı (2017) performed calculations for a turboprop, a turbojet, and a turbofan engine operating with JP-8 jet fuel using both conventional and advanced exergy analysis methods. For the PT6-62 turboprop engine, the exergy efficiency of the engine was calculated as 16.63% under actual operating conditions and 17.13% under unavoidable conditions. The system demonstrated a low improvement potential due to an unavoidable exergy destruction rate of 94%. Furthermore, since 86% of the exergy destruction was endogenous, it was observed that the interactions between the components were weak.For the J57 two-shaft turbojet engine developed by Pratt & Whitney, the exergy efficiency values were calculated as 39.41% in military (MIL) mode and 17.90% in afterburner (AB) mode, respectively. Lastly, in the study conducted on the JT3D-3B turbofan engine, the exergy efficiency values of the engine were determined to be 25.7% under current operating conditions, 27.55% under unavoidable conditions, and 30.54% under theoretical conditions. The system exhibited a low potential for improvement due to an unavoidable exergy destruction rate of 90%.

Aydın et al. (2018) conducted an exergy analysis of the TRS18 micro turbojet engine utilized in unmanned aerial vehicles. As a result of the study, the overall exergy efficiency of the engine

was determined to be 42%, while the total exergy destruction rate of the engine was calculated to be 1.21 MW.

Aygün et al. (2022) evaluated the thermodynamic performance indicators of a small turboprop engine under varying compressor pressure ratios and propeller efficiencies. According to the analysis, the exergy efficiency of the turboprop engine increased from 21.39% to 28.77% as a result of higher propeller efficiency. Additionally, due to rising compressor pressure ratios, the exergy efficiency improved slightly, increasing from 23.99% to 24.71%.

Aydın et al. (2014) conducted an in-depth evaluation of the exergetic sustainability metrics associated with the PW6000 turbofan engine. Their comprehensive analysis encompassed a suite of key performance indicators, including exergetic efficiency, the proportion of waste exergy, the exergy destruction factor, the environmental impact factor, and the exergetic sustainability index. Under peak operational conditions corresponding to maximum takeoff, these metrics were quantified as 29.7%, 70.3%, 59.4%, 2.367, and 0.423, respectively. Notably, the combustion chamber was identified as the principal site of exergy degradation, exhibiting a peak exergy destruction rate of 16.26 MW. This pronounced loss is attributed to the inherent irreversibilities present during the combustion process.

Turan (2022) performed an exergo-economic cost analysis of the high-bypass turbofan engine CFM56-7B and its individual components. The total operational cost of the CFM56-7B turbofan engine was determined to be approximately $394/hour. The unit exergy cost rates for the components were calculated as approximately $24.5/GJ for the compressor and around $18.5/GJ for the turbine.

Aygün and Turan (2021) performed the exergo-environmental analysis of the PW4000 turbofan engine across different flight phases. The overall exergo-environmental factor of the PW4000 engine calculated to be at its lowest during the takeoff and climb phases, with values of 15.83% and 17.22%, respectively.

Şöhret et al. (2021) performed an exergo-environmental analysis of a turboprop engine commonly used in cargo transport aircraft. The results indicate that the exergy efficiency of the turboprop engine falls within the range of 29% to 32% and is inversely proportional to the specific fuel consumption. Additionally, it was determined that the ecological function of the engine is directly proportional to both the thrust and its exergy efficiency.

In the present study, energy, conventional and advanced exergy, and sustainability analyses were conducted for scenarios in which the P80-SE turbojet engine by JetCat operates on JP-8 and hydrogen fuels. The simulations were performed using the GasTurb software, and the resulting data were evaluated comparatively. These analyses provide important opinions into which parameters need to be improved in order to enhance the thermodynamic performance of the gas turbine engine and reduce their environmental impact.

METHODOLOGY

This section provides a theoretical background to improve the understanding of the thermodynamic laws and specific parameters used in the analyses.

Energy Analysis

In its simplest form, energy is defined as the capacity to perform work or transfer heat (Borgnakke and Sonntag, 2020).The total energy of a system consists of different forms such as mechanical, thermal, electrical and so on. However, based on common assumptions, the change in a system’s energy is considered only through variations in internal, kinetic and potential energies (Çengel and Boles, 2014).Accordingly, the change in the total energy of a system is expressed by equation (1) (Dinçer and Rosen, 2012):

$$\triangle E_{sys} = \triangle U + \triangle KE + \triangle PE \quad (1)$$

According to the first law of thermodynamics, the amount of energy entering a system must equal the amount of energy leaving it (Moran et al., 2011).In this context, since the kinetic and potential energy terms are neglected, the general energy balance equation is rearranged under steady-state conditions, as shown in equations (2,3):

$$\triangle \dot{E}_{sys} = \dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} \quad (2)$$

$$\dot{Q}_{in} + \dot{W}_{in} + \sum_{in} \dot{m} \left(h + \frac{V^2}{2} + gz\right) = \dot{Q}_{out} + \dot{W}_{out} + \sum_{out} \dot{m} \left(h + \frac{V^2}{2} + gz\right) \quad (3)$$

Exergy Analysis

The exergy of a system represents the maximum useful work that can be obtained as the system comes into complete thermodynamic equilibrium with its surroundings (Tsatsaronis, 2007).The components of the total exergy of a system are given in equation (4):

$$\dot{E}x_{tot} = \dot{E}x_{phy} + \dot{E}x_{che} + \dot{E}x_{pot} + \dot{E}x_{kin} \quad (4)$$

Under the assumption of constant specific heat, the physical exergy of a system, which varies with temperature (thermal exergy) and pressure (mechanical exergy), is expressed by equation (5) (Kotas et al., 1995) :

$$\dot{E}x_{phy} = \dot{m}\left[c_{p(T)} \left[T - T_0 - T_0 \ln \left(\frac{T}{T_0}\right) \right] + R\, T_0 \ln\left(\frac{P}{P_0}\right) \right] \quad (5)$$

At constant temperature and pressure, the amount of work that can be obtained when a system reaches chemical equilibrium with its environment is defined as chemical exergy and it is expressed by equation (6) (Rivero and Garfias, 2006). :

$$\dot{E}x_{che} = \dot{m}\, (LHV\, \gamma)_{fuel} \quad (6)$$

Kinetic and potential exergy, which depend on a system's velocity and elevation relative to the environment are fully convertible into useful work and expressed by equations (7,8) respectively (Dinçer and Rosen, 2012). :

$$\dot{E}x_{kin} = \dot{m} \frac{V^2}{2} \quad (7)$$

$$\dot{E}x_{pot} = \dot{m}gz \quad (8)$$

Exergy destruction

Exergy destruction is the irreversible loss of exergy that occurs within a system and is directly proportional to its entropy generation (Çengel and Boles, 2014).

$$\dot{E}x_{des} = T_0\, \dot{S}_{gen} = \dot{E}x_{fuel} - \dot{E}x_{prod} \quad (9)$$

Exergy efficiency

Exergy efficiency is a measure of a system's ability to convert available exergy into work or a desired form of energy. This parameter indicates how much of the total exergy input to the system is used effectively, thereby allowing an assessment of system performance through exergy losses and irreversibilities (Szargut et al., 1988; Kotas, 1995).The exergy efficiency of a system is presented in equation (10) :

$$\eta_{ex} = \frac{\dot{E}x_{out}}{\dot{E}x_{in}} = \frac{\dot{E}x_{prod}}{\dot{E}x_{fuel}} = 1 - \frac{\dot{E}x_{des} + \dot{E}x_{loss}}{\dot{E}x_{in}} \quad (10)$$

Exergetic improvement potential

Exergetic improvement potential represents the maximum achievable potential for reducing exergy destruction within a system.This allows identification of which component should be prioritized to enhance overall system efficiency (Dinçer et al., 2014). :

$$I\dot{P} = (1 - \eta_{ex})\,(\dot{E}x_{in} - \dot{E}x_{out}) \tag{11}$$

Sustainability Analysis

Considering that one of the main objectives of exergy analysis is to identify losses occuring both within the overall system and its components, it can be stated that the concept of sustainability is shaped in line with this objective of exergy analysis.Accordingly, the parameters used to define the concept of sustainability from an exergy perspective are as follows (Bakshi et al., 2011; Midilli and Dincer, 2009; Hacatoğlu et al., 2015):

- Waste exergy ratio (r_{we})
- Recoverable exergy ratio (r_{re})
- Exergy destruction factor (f_{exd})
- Environmental effect factor (r_{eef})
- Exergetic sustainability index (Θ_{esi})

The waste exergy ratio quantifies the fraction of input exergy wasted in a system relative to the total exergy supplied. It is a key indicator of inefficiency, with higher values indicating greater exergy losses, and is defined as:

$$r_{we} = (\sum \dot{E}x_{loss} + \sum \dot{E}x_{des}) \,/\, \dot{E}x_{in} \tag{12}$$

The recoverable exergy ratio is defined as the proportion of the exergy available in the exhaust or waste stream that can potentially be recovered, relative to the total exergy supplied to the system.

$$r_{re} = \dot{E}x_{exhaust} \,/\, \dot{E}x_{in} \tag{13}$$

The exergy destruction factor quantifies the proportion of input exergy that is irreversibly destroyed within a system due to thermodynamic inefficiencies.

$$f_{exd} = \sum \dot{E}x_{des} \,/\, \dot{E}x_{in} \tag{14}$$

The environmental effect factor is defined as the ratio of the waste exergy ratio to the exergy efficiency of a system. It provides a measure of the system's environmental impact by relating the proportion of wasted exergy to its overall exergy performance.

$$r_{eef} = r_{we} \,/\, \eta_{ex} \tag{15}$$

The exergetic sustainability index is a measure of a system's sustainability, defined as the inverse of the environmental effect factor.It reflects the relationship between environmental impact and exergy efficiency, with higher values indicating a more sustainable and efficient system.

$$\Theta_{esi} = 1 \,/\, r_{eef} \tag{16}$$

Advanced Exergy Analysis

While conventional exergy analysis may not fully support system improvement because it does not clearly show the interactions between components, advanced exergy analysis makes this possible and also helps reduce irreversibilities and losses that have improvement potential

within the components (Yüksel et al., 2020). In advanced exergy analysis, exergy destruction in each component is evaluated in two separate categories: avoidable vs. unavoidable, and endogenous vs. exogenous (Ekici, 2015).

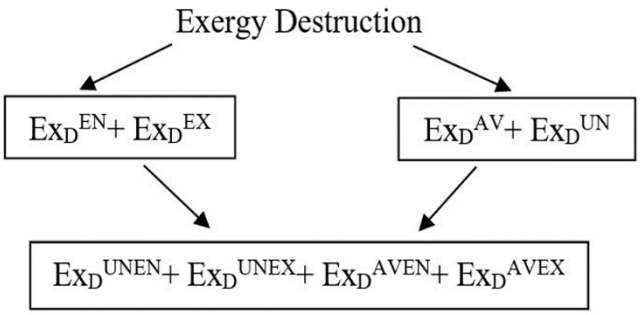


Fig. 1. Schematic representation of exergy destruction (Yüksel et al., 2020)

Endogenous exergy destruction refers to the portion of exergy destruction that occurs when the considered component operates at its actually efficiency, while all other components in the system are assumed to operate in an ideal, completely reversible manner. In contrast, exogenous exergy destruction represents the exergy destruction that occurs when the considered component is assumed to be ideally reversible, while the others operate at their actual performance (Morosuk and Tsatsaronis, 2008; Petrakopoulou, 2011).

$$\dot{E}x_{des,k} = \dot{E}x^{EN}_{des,k} + \dot{E}x^{EX}_{des,k} \tag{17}$$

Unavoidable exergy destruction refers to the portion of exergy destruction in a system or component that cannot be recovered under any circumstances and it is calculated by equations (18,19) as follows (Tsatsaronis and Morosuk, 2012) :

$$\left(\frac{\dot{E}x_{des,k}}{\dot{E}x_{prod,k}}\right)^{UN} \tag{18}$$

$$\dot{E}x^{UN}_{des,k} = \dot{E}x^{real}_{prod,k} \left(\frac{\dot{E}x_{des,k}}{\dot{E}x_{prod,k}}\right)^{UN} \tag{19}$$

Once the unavoidable exergy destruction is identified, it is subtracted from the total exergy destruction in equation (20) to obtain the amount of avoidable exergy destruction, which represents the potentially recoverable portion of exergy destruction in a system or component (Tsatsaronis and Morosuk, 2012). :

$$\dot{E}x^{AV}_{des,k} = \dot{E}x_{des,k} - \dot{E}x^{UN}_{des,k} \tag{20}$$

The portion of exergy destruction that cannot be reduced due to the technical limitations of the component itself is called as endogenous-unavoidable exergy destruction ($\dot{E}x^{EN,UN}_{des,k}$). The exergy destruction that cannot be reduced due to the technical limitations of other components in the system is called as exogenous-unavoidable exergy destruction ($\dot{E}x^{EX,UN}_{des,k}$) (Morosuk and Tsatsaronis, 2008; Morosuk and Tsatsaronis,2012).

$$\dot{E}x^{EN,UN}_{des,k} = \dot{E}x^{EN}_{prod,k} \left(\frac{\dot{E}x_{des,k}}{\dot{E}x_{prod,k}}\right)^{UN} \tag{21}$$

$$\dot{E}x^{EX,UN}_{des,k} = \dot{E}x^{UN}_{des,k} - \dot{E}x^{EN,UN}_{des,k} \tag{22}$$

The portion of exergy destruction that can potentially be reduced by improving the efficiency of the component is called as endogenous-avoidable exergy destruction ($\dot{E}x^{EN,AV}_{des,k}$). The exergy destruction that can potentially be reduced through overall structural improvements in the system, including enhancing the efficiency of other components and the investigated

component itself, is defined as exogenous-avoidable exergy destruction ($\dot{E}x^{EX,AV}_{des,k}$) (Morosuk and Tsatsaronis, 2008; Morosuk and Tsatsaronis,2012).

$$\dot{E}x^{EN,AV}_{des,k} = \dot{E}x^{EN}_{des,k} - \dot{E}x^{EN,UN}_{des,k} \quad (23)$$

$$\dot{E}x^{EX,AV}_{des,k} = \dot{E}x^{EX}_{des,k} - \dot{E}x^{EX,UN}_{des,k} \quad (24)$$

SYSTEM DESCRIPTION

In this section, the basic engine parameters and the general assumptions made in the study are presented.The turbojet engine selected for this study is the P80-SE turbojet engine manufactured by JetCat. The technical specifications of the engine are presented in Table 1

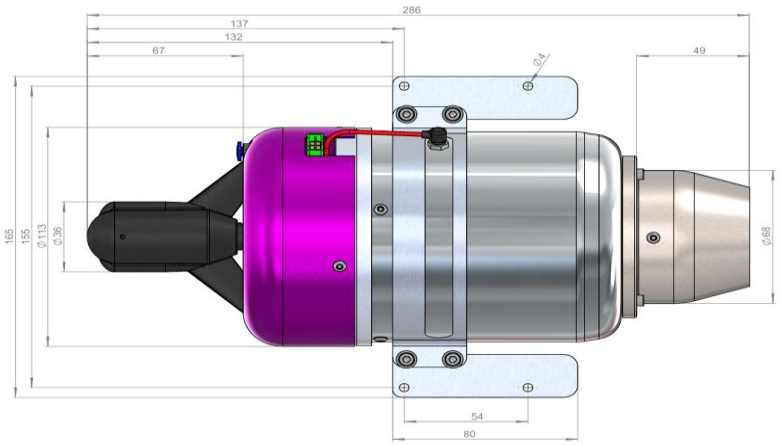


Fig.2. The dimensions of the JetCat P80-SE turbojet engine (JetCat,accessed on 24.05.2025)

Table 1. Technical specifications of JetCat P80-SE turbojet engine (JetCat,accessed on 24.05.2025)

Parameter	Value
Mass (kg)	1.446
Total length (mm)	286
Diameter (mm)	112
Maximum rotational speed (rpm)*	125,000
Idle speed (rpm)	35,000
Maximum pressure ratio	2.3
Fuel Consumption (ml/min)*	275
Specific fuel consumption (kg/N h)**	0.150
Thrust (N)**	97.9
Exhaust temperature (°C)	510-700
Exhaust velocity (km/h)	1305
Exhaust power (kW)	15.8

*Obtained under full-load operating conditions.

**Obtained under maximum RPM operating conditions.

Assumptions

The general assumptions used in the exergy, advanced exergy and sustainability analyses are listed below (Atılgan, 2021; Belisario et al., 2018; Ballı et al., 2018; Yüksel, 2020):

- The P80-SE turbojet engine was operated under steady-state condition.

- The working fluid, air, was assumed to be at atmospheric conditions with a temperature of 288.15 K and a pressure of 101.325 kPa.
- The components of the turbojet engine, compressor, combustion chamber and turbine, were assumed to operate adiabatically.
- Air and combustion gases were assumed to behave as ideal gases.
- The potential energy and its exergy, as well as the kinetic energy and its exergy of the working fluid within the system, were neglected in the calculations.
- The fuels used in the study were JP-8 and hydrogen.
- JP-8 fuel was represented by the chemical formula $C_{12}H_{23}$ with a lower heating value of 43,000 kj/kg, and hydrogen fuel by H_2 with a lower heating value of 119,450 kj/kg.

RESULTS

Results of Exergy Analysis

Exergy analysis of the turbojet engine with JP-8 fuel

This section presents the results of the exergy analysis for the scenario in which the P80-SE turbojet engine operates by using JP-8 fuel.

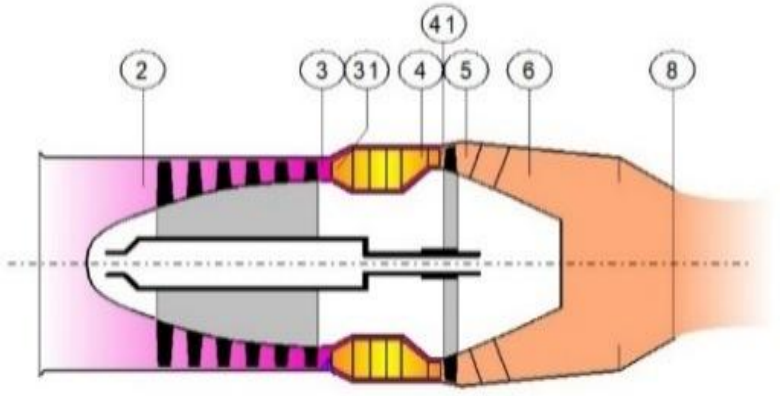


Fig.3. Stations of the turbojet engine (Gasturb,2025)

Table 2. Data of the turbojet engine components operating with JP-8 (Gasturb,2025)

Station	ṁ(kg/s)	T(K)	P(kPa)	Ėx(kW)	Ė(kW)
0	-	288.15	101.325	-	-
2	0.238	288.15	100.312	-	-
3	0.238	373.55	220.686	18.03	20.42
31	0.211	373.55	220.686	18.03	20.42
Fuel	0.00558	1232.74	162.371	256.73	239.94
4	0.217	1350	214.065	108.1	260.36
41	0.229	1305.08	214.065	108.1	260.36
5	0.241	1194.94	162.371	24	233.68
8	0.241	1194.94	159.124	-	-

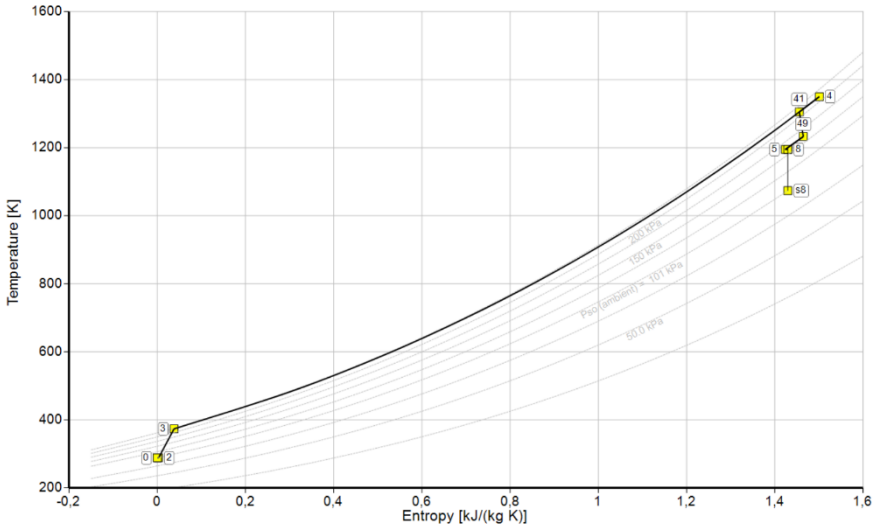


Fig.4. T-s diagram of the turbojet engine with JP-8 fuel

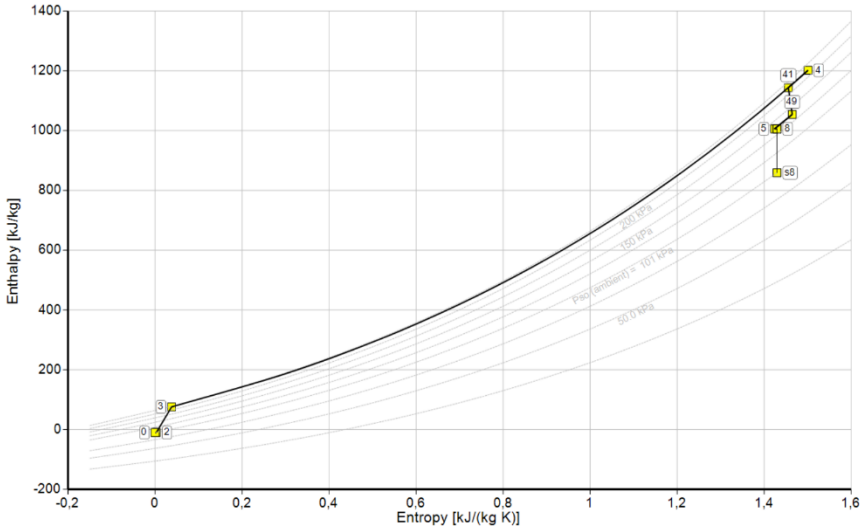


Fig.5. h-s diagram of the turbojet engine with JP-8 fuel

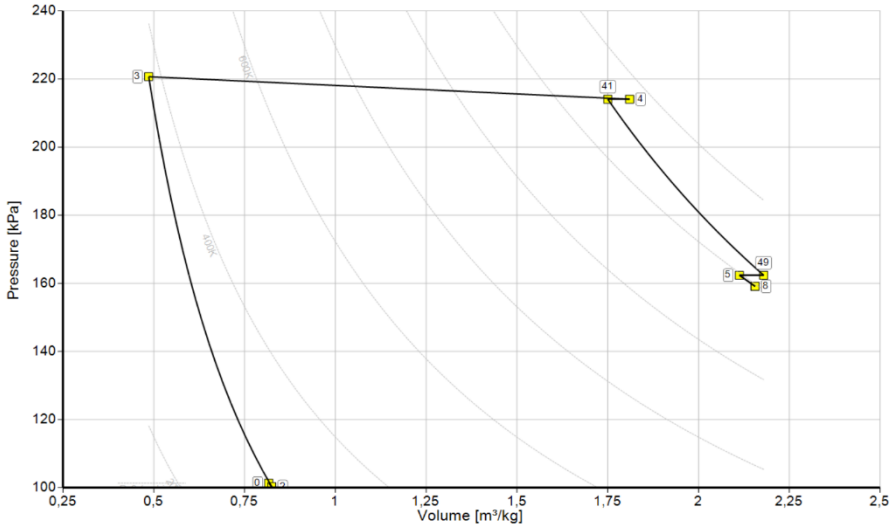


Fig.6. P-V diagram of the turbojet engine with JP-8 fuel

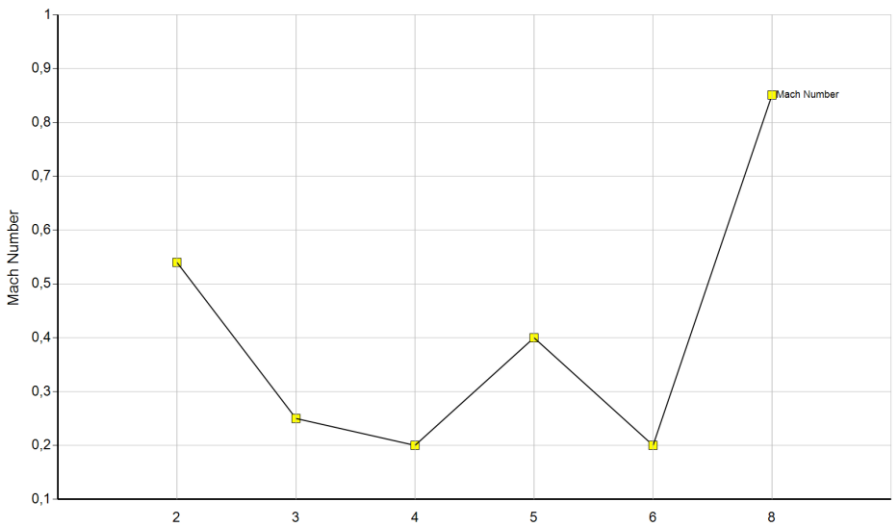


Fig.7. Mach Number-Station diagram of the turbojet engine with JP-8 fuel

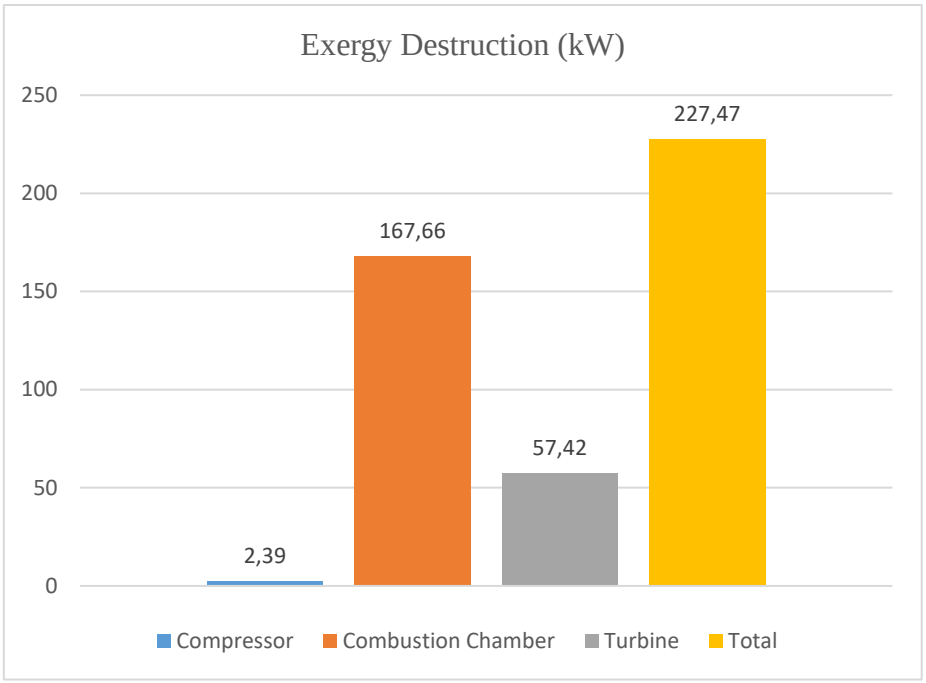


Fig.8. Exergy destruction rate of turbojet engine with JP-8 fuel

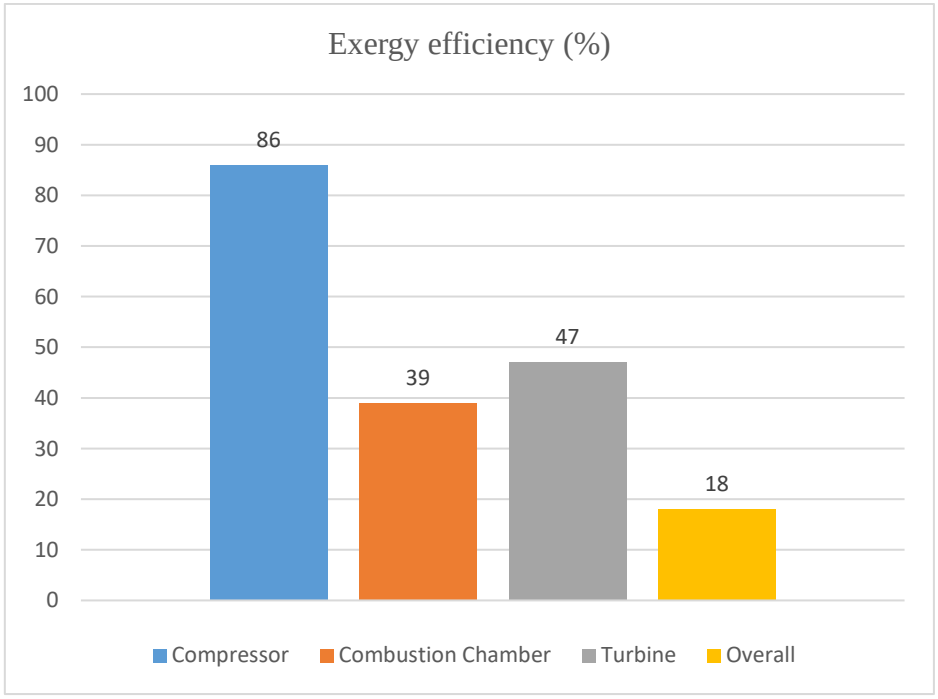


Fig.9. Exergy efficiency of turbojet engine with JP-8 fuel

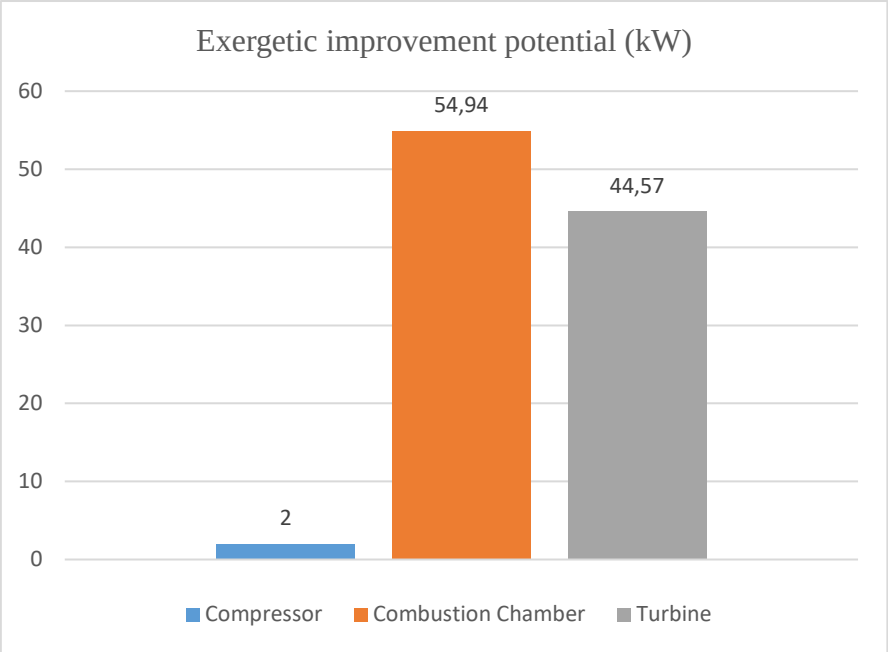


Fig.10. Exergetic improvement potential of turbojet engine with JP-8 fuel

Table 3. Sustainability results of the turbojet engine with JP-8 fuel

r_{we}	r_{re}	f_{exd}	r_{eef}	Θ_{esi}
0.37	0	0.82	2.05	0.486

Exergy analysis of the turbojet engine with hydrogen fuel

This section presents the results of the exergy analysis for the scenario in which the P80-SE turbojet engine operates by using hydrogen fuel.

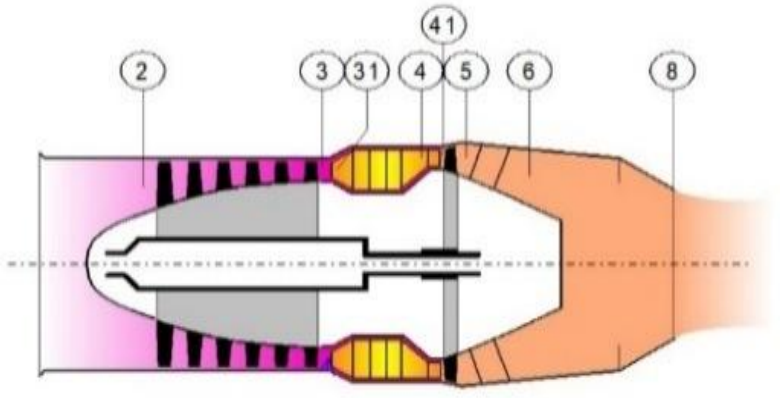


Fig.3. Stations of the turbojet engine (Gasturb,2025)

Table 4. Data of the turbojet engine components operating with hydrogen (Gasturb,2025)

Station	ṁ(kg/s)	T(K)	P(kPa)	Ėx(kW)	Ė(kW)
0	-	288.15	101.325	-	-
2	0.238	288.15	100.312	-	-
3	0.238	373.55	220.686	18.03	20.42
31	0.211	373.55	220.686	18.03	20.42
Fuel	0.00186	1236.38	164.275	244.39	222.177
4	0.214	1350	214.065	91.847	242.597
41	0.225	1306.51	214.065	91.847	242.597
5	0.237	1199.57	164.275	22.67	217.125
8	0.237	1199.57	160.990	-	-

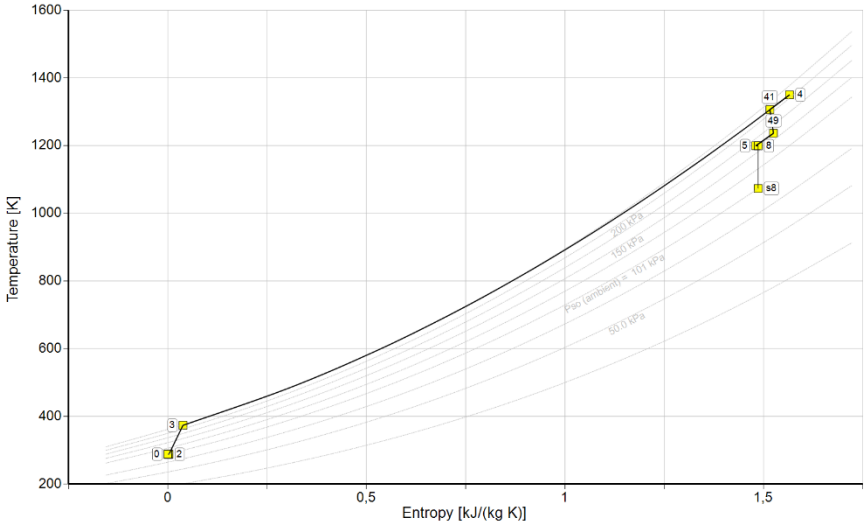


Fig.11. T-s diagram of the turbojet engine with hydrogen fuel

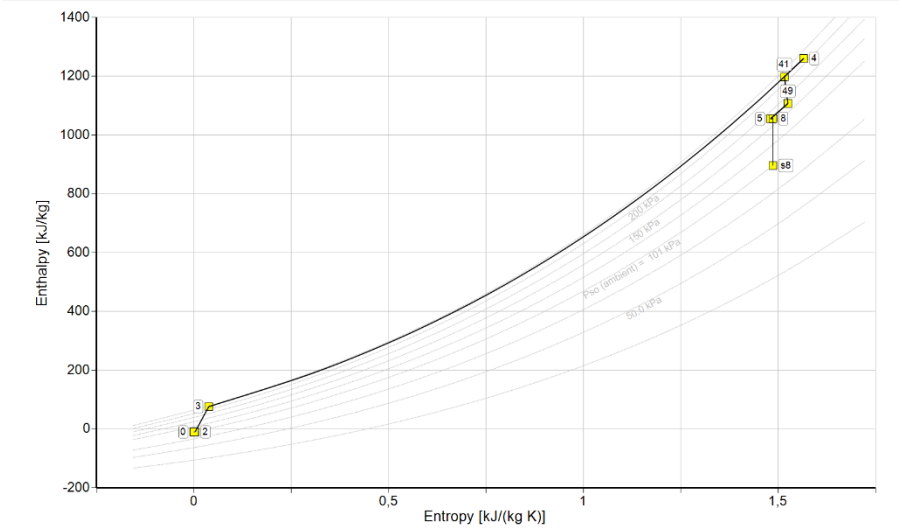


Fig.12. h-s diagram of the turbojet engine with hydrogen fuel

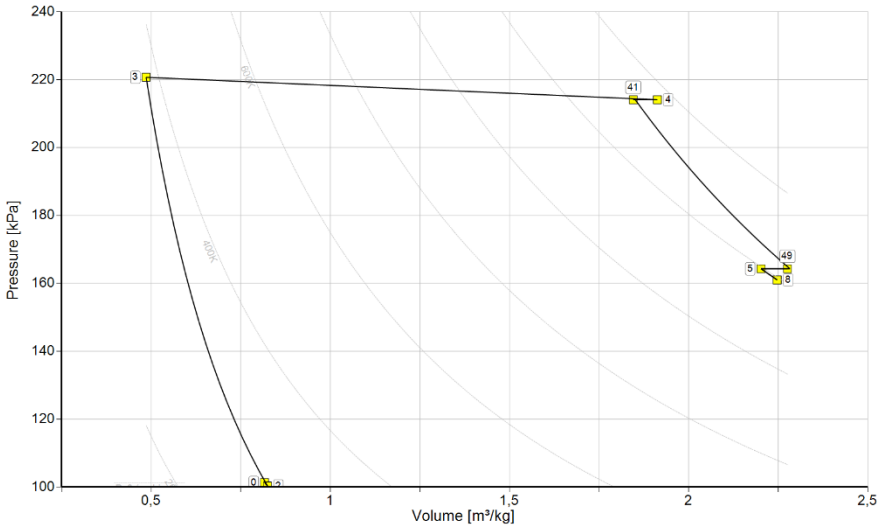


Fig.13. P-V diagram of the turbojet engine with hydrogen fuel

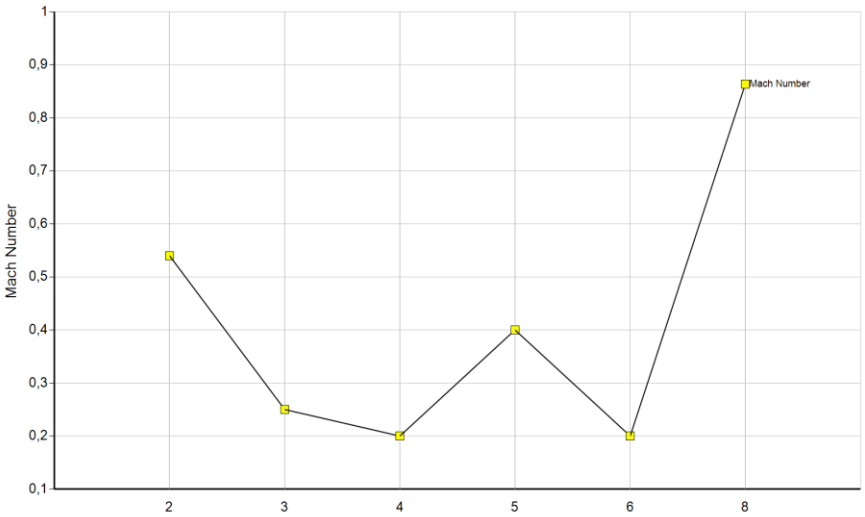


Fig.14. Mach Number-Station diagram of the turbojet engine with hydrogen fuel

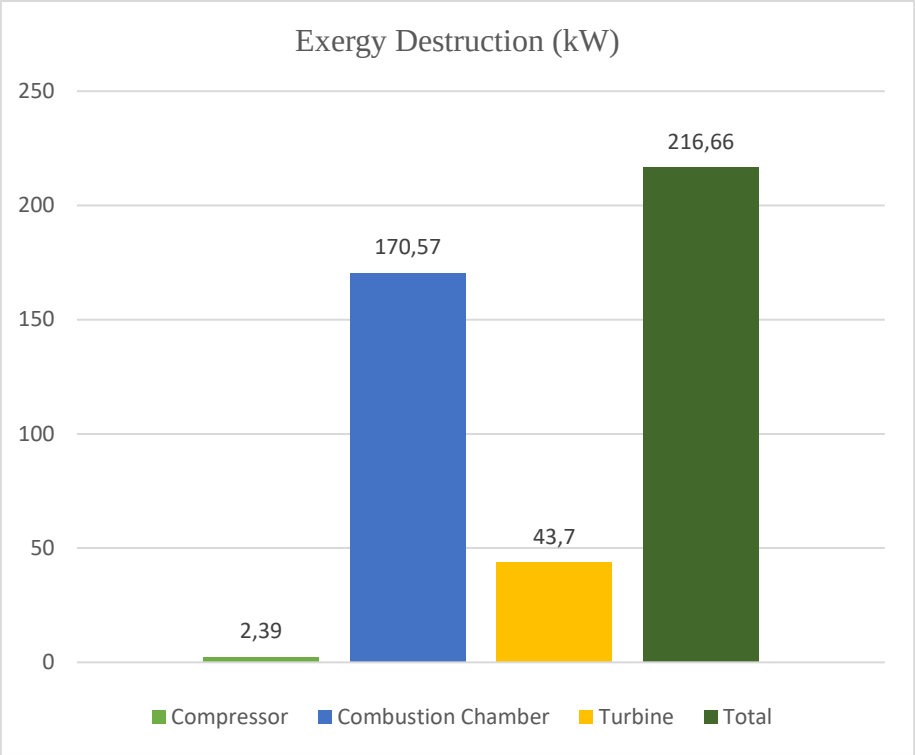


Fig.15. Exergy destruction rate of turbojet engine with hydrogen fuel

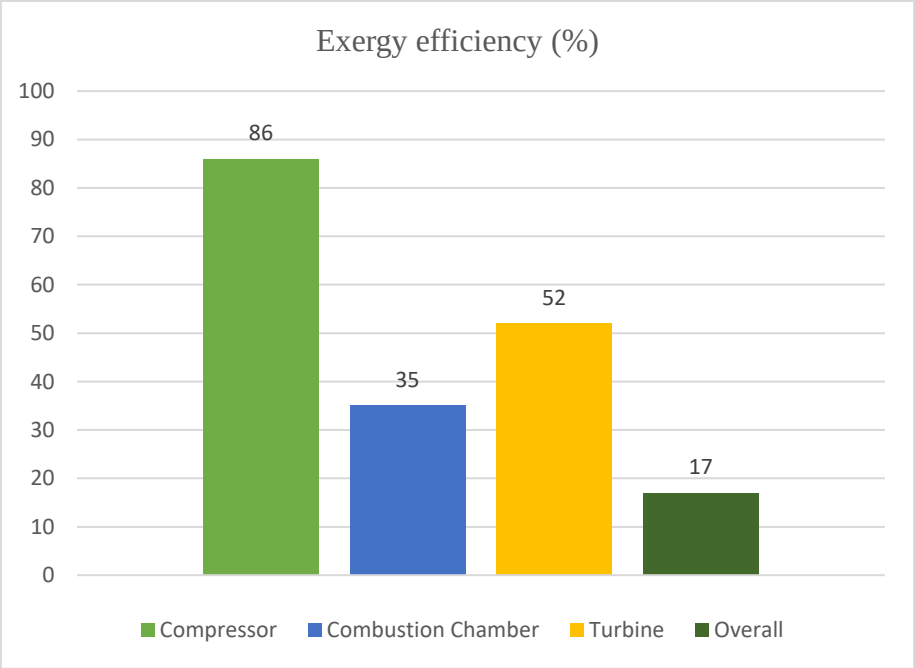


Fig.16. Exergy efficiency of turbojet engine with hydrogen fuel

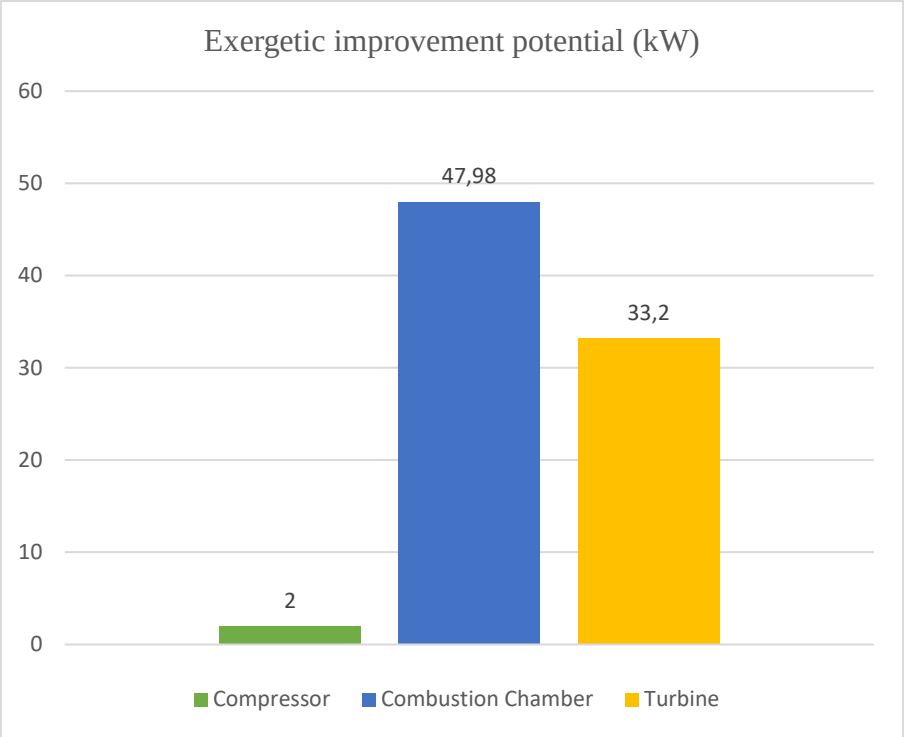


Fig.17. Exergetic improvement potential of turbojet engine with hydrogen fuel

Table 5. Sustainability results of the turbojet engine with hydrogen fuel

r_{we}	r_{re}	f_{exd}	r_{eef}	Θ_{esi}
0.34	0	0.82	2	0.5

Results of Advanced Exergy Analysis

Advanced exergy analysis of the turbojet engine with JP-8 fuel

This section presents the results of the advanced exergy analysis for the scenario in which the P80-SE turbojet engine operates by using JP-8 fuel.

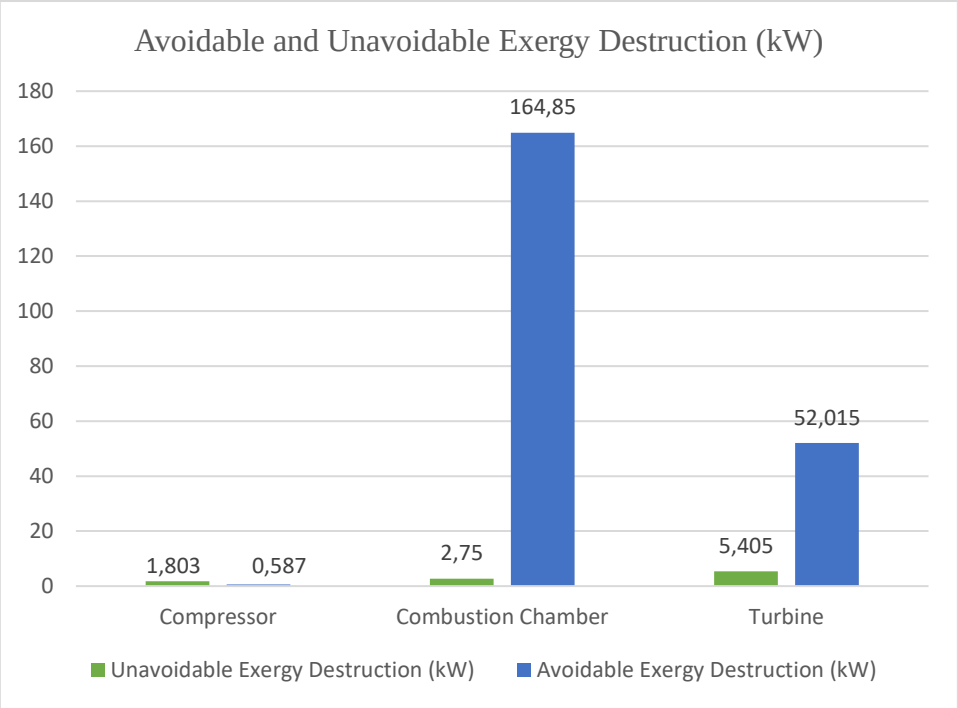


Fig.18. Avoidable and unavoidable exergy destruction rate of turbojet engine with JP-8 fuel

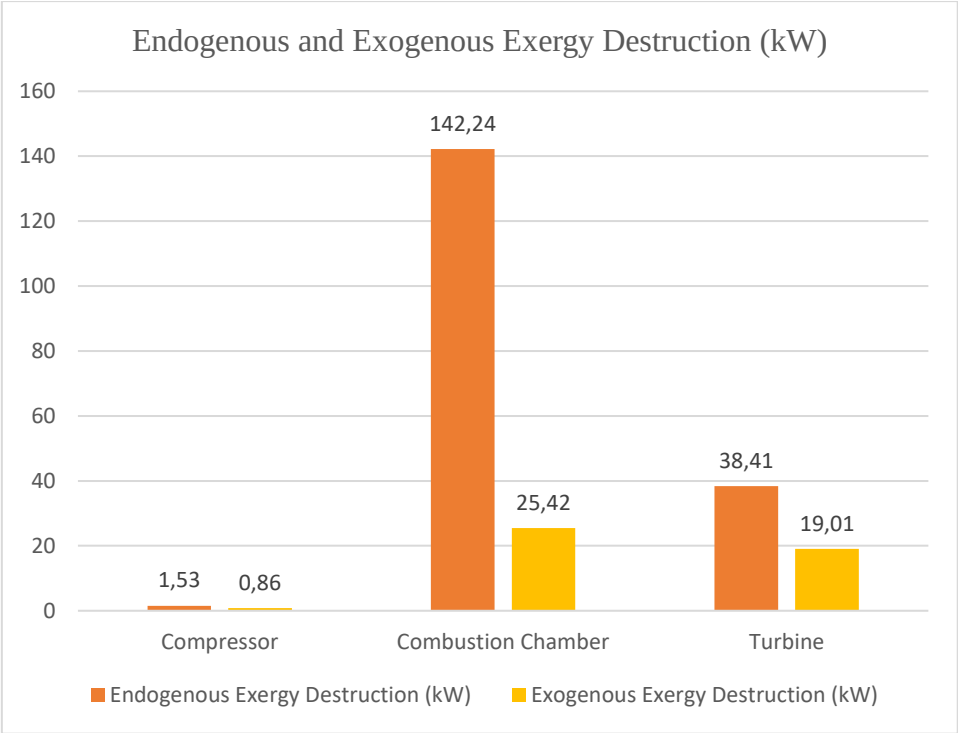


Fig.19. Endogenous and exogenous exergy destruction rate of turbojet engine with JP-8 fuel

Advanced exergy analysis of the turbojet engine with hydrogen fuel

This section presents the results of the advanced exergy analysis for the scenario in which the P80-SE turbojet engine operates by using hydrogen fuel.

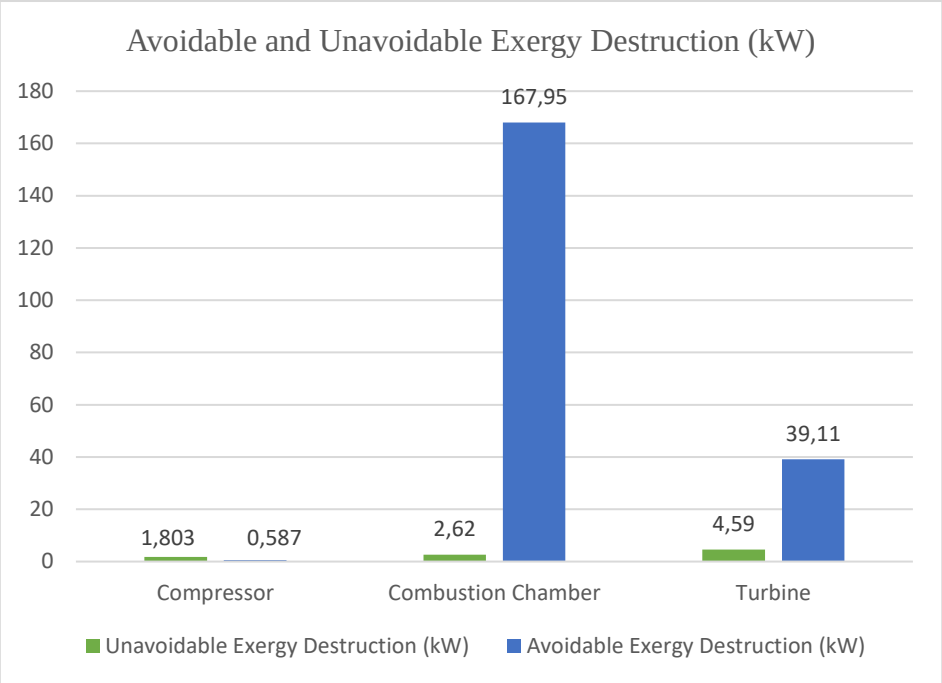


Fig.20. Avoidable and unavoidable exergy destruction rate of turbojet engine with hydrogen fuel

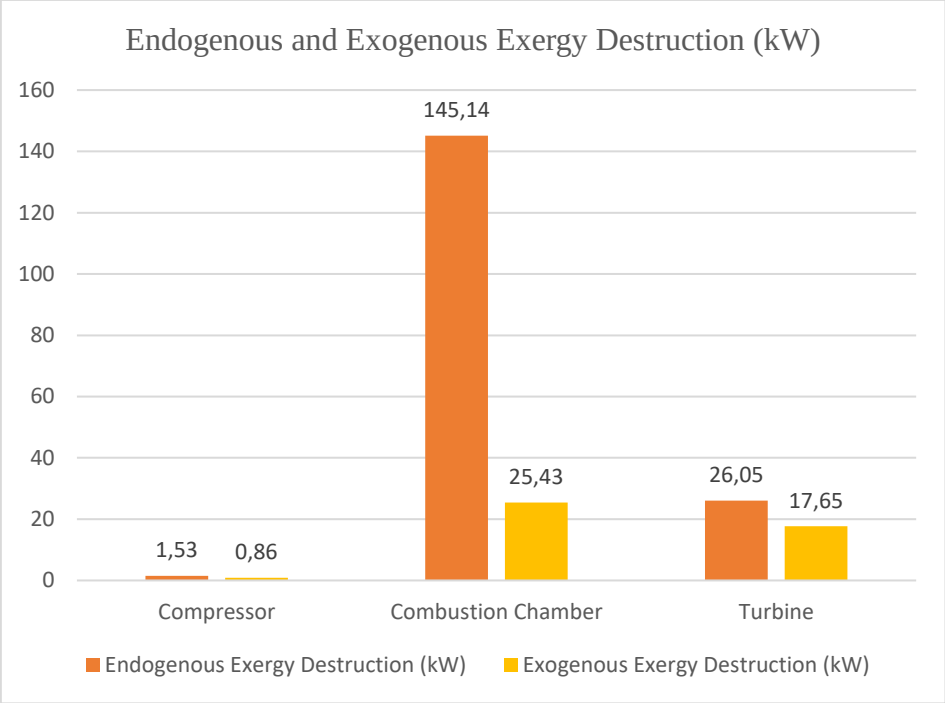


Fig.21. Endogenous and exogenous exergy destruction rate of turbojet engine with hydrogen fuel

Combined Exergy Destruction for Both Fuel Types

Based on the calculated data, the values of endogenous-unavoidable, exogenous-unavoidable, endogenous-avoidable, and exogenous-avoidable exergy destruction were analyzed for different fuel types, and results are presented in table 6:

Table 6. Combined Exergy Destruction for Both Fuel Types

	JP-8			Hydrogen		
	AC	CC	T	AC	CC	T
$\dot{E}x^{EN,UN}_{des}$ (kW)	0.9015	0.242	1.263	0.9015	0.228	1.193
$\dot{E}x^{EN,AV}_{des}$ (kW)	0.6285	141.9	37.14	0.6285	144.9	24.857
$\dot{E}x^{EX,UN}_{des}$ (kW)	0.86	2.5	4.142	0.86	2.39	3.397
$\dot{E}x^{EX,AV}_{des}$ (kW)	0	22.92	14.86	0	23.04	14.253
$\dot{E}x_{des,tot}$ (kW)	2.39	167.6	57.4	2.39	170.5	43.7

CONCLUSION

In this study, energy, sustainability, conventional and advanced exergy analyses of the turbojet engine were conducted in terms of two distinct fuel scenarios. According to the results of the conventional exergy analysis, the overall exergy efficiency of the system was calculated as 18% for JP-8 and 17% for hydrogen. In both scenarios, the highest exergy destruction occurred in the combustion chamber, with values of 167.66 kW for JP-8 and 170.57 kW for hydrogen. This is attributed to the inherently high irreversibilities caused by the chemical reactions in the combustion process. Exergy destruction in other components remained relatively low. On the other hand, turbine exergy efficiency increased from 47% to 52% when using hydrogen, showing that cleaner fuels can improve performance.

In the sustainability analysis, the environmental impact factor of the system operating on JP-8 was calculated as 2.053 , while it decreased to 1.998 with hydrogen. Similarly, the exergy destruction factor dropped from 0.723 to 0.701 , which is due to hydrogen not producing CO_2 and having cleaner combustion products.

Advanced exergy analysis revealed that 89.7% of the total exergy destruction in the JP-8 scenario was endogenous, while this ratio slightly decreased to 88.5% with hydrogen. The high amount of endogenous destruction shows that losses predominantly originate from internal inefficiencies of the components, indicating that performance improvements could be achieved through individual component optimization.In terms of avoidable and unavoidable exergy destruction, the total avoidable exergy destruction was calculated as 52.3 kW for JP-8 and 49.1 kW for hydrogen. However, due to the significantly high unavoidable exergy destruction in the combustion chamber in both cases, the improvement potential in this component appears to be limited.

When the combined exergy destruction values for both fuels were compared, it was found that the system operating with hydrogen shows 2.3% lower exergy destruction than the JP-8. Although this difference is quite small, it holds potential for significant long term impacts in

terms of sustainability. Particularly in continuously operating systems like those in aviation, such minor differences can translate into substantial annual savings and emission reductions.

Finally, while hydrogen fuel does not demonstrate a significant advantage over JP-8 in terms of efficiency, it emerges as a promising alternative based on sustainability parameters. For future studies, it is recommended to define improvement strategies and develop novel design and cooling techniques based on each component, especially to reduce irreversibilities in the combustion chamber and increase overall system performance.

NOMENCLATURE

$I\dot{P}$	Improvement potential
LHV	Lower heating value
EN	Endogenous
EX	Exogenous
AV	Avoidable
UN	Unavoidable
AC	Air Compressor
CC	Combustion Chamber
T	Turbine
ΔE_{sys}	Total energy change (kj)
ΔU	Internal energy change (kj)
ΔKE	Kinetic energy change (kj)
ΔPE	Potential energy change (kj)
$\Delta \dot{E}_{sys}$	Rate of total energy change (kW)
$\dot{Q}$	Heat transfer rate (kW)
$\dot{W}$	Work rate (kW)
$\dot{m}$	Mass flow rate (kg/s)
h	Enthalpy (kJ/kg)
V	Velocity (m/s)
g	Gravitional acceleration (m/s^2)
z	Height (m)
$\dot{E}x$	Exergy rate (kW)

P	Pressure (kPa)
c_p	Specific heat capacity (kJ/kg K)
$\dot{S}$	Entropy generation rate (kW/K)
γ	Fuel exergy grade function
η	Efficiency
r_{we}	Waste exergy ratio
r_{re}	Recoverable exergy ratio
f_{exd}	Exergy destruction factor
r_{eef}	Environmental effect factor
Θ_{esi}	Exergetic sustainability index

Subscripts

in	inlet
out	outlet
kin	kinetic
pot	potential
che	chemical
phy	physical
des	destruction
loss	loss
prod	production
gen	generated

REFERENCE

Aydin, E., Turan, O., & Kose, R. (2018). Exergy analysis of a target drone engine: an experimental study for TRS18. *International Journal of Exergy, 27*(2), 206-230.

Aydın, H., Turan, O., Karakoc, T. H., & Midilli, A. (2014). Sustainability assessment of PW6000 turbofan engine: an exergetic approach. *International Journal of Exergy*, *14*(3), 388-412.

Aygun, H., & Turan, O. (2021). Environmental impact of an aircraft engine with exergo-life cycle assessment on dynamic flight. Journal of Cleaner Production, 279, 123729.

Aygun, H., Kirmizi, M., & Turan, O. (2022). Propeller effects on energy, exergy and sustainability parameters of a small turboprop engine. *Energy*, *249*, 123759.

Bakshi, B. R., Gutowski, T. G., & Sekulić, D. P. (Eds.). (2011). *Thermodynamics and the Destruction of Resources*. Cambridge University Press.

Balli, O. (2017). Advanced exergy analyses of an aircraft turboprop engine (TPE). *Energy*, *124*, 599-612.

Balli, O. (2017). Advanced exergy analyses to evaluate the performance of a military aircraft turbojet engine (TJE) with afterburner system: Splitting exergy destruction into unavoidable/avoidable and endogenous/exogenous. Applied Thermal Engineering, 111, 152-169.

Balli, O. (2019). Advanced exergy analysis of a turbofan engine (TFE): splitting exergy destruction into unavoidable/avoidable and endogenous/exogenous. *International Journal of Turbo & Jet-Engines*, *36*(3), 305-327.

Balli, O. (2014). Afterburning effect on the energetic and exergetic performance of an experimental turbojet engine (TJE). *International Journal of Exergy*, *14*(2), 212-243.

Borgnakke, C., & Sonntag, R. E. (2020). *Fundamentals of thermodynamics*. John Wiley & Sons.

Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2014). Thermodynamics: an engineering approach. *Sea*, *1000*(8862), 287-93.

Cumpsty, N. (2003). Jet Propulsion: A Simple Guide to the Aerodynamic and Thermodynamic Design and Performance of Jet Engines Second Edition.

Dincer, I., & Rosen, M. A. (2012). *Exergy: energy, environment and sustainable development*. Newnes.

Dincer, I., Midilli, A., & Kucuk, H. (Eds.). (2014). *Progress in exergy, energy, and the environment*. Springer.

Ekici, S. (2015). *Mini turbojet/turboprop motorun ileri ekserji analizi* (Master's thesis, Anadolu University (Turkey)).

Hacatoglu, K., Dincer, I., & Rosen, M. A. (2015). Sustainability assessment of a hybrid energy system with hydrogen-based storage. *International Journal of Hydrogen Energy*, *40*(3), 1559-1568.

International Air Transport Association (IATA). (2020). *Jet Fuel Consumption Statistics*. IATA.

International Civil Aviation Organization (ICAO). (2019). *Environmental Report 2019*. ICAO.

JetCat PRO Engines , https://www.jetcat.de/en/productdetails/produkte/jetcat/produkte/Eingestellte%20Produkte%20Zubehoer/p80_se (Accessed on: 24.05.2025)

Kotas, T.J., 1995, The Exergy Method of Thermal Plant Analysis, Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.

Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M. R., Burkhardt, U., Chen, Q., ... & Wilcox, L. J. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric environment*, *244*, 117834.

Michaelides, E. (2021). *Exergy analysis for energy conversion systems*. Cambridge University Press.

Midilli, A., & Dincer, I. (2009). Development of some exergetic parameters for PEM fuel cells for measuring environmental impact and sustainability. *International Journal of Hydrogen Energy*, *34*(9), 3858-3872.

Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D., & Bailey, M. B. (2011). *Fundamentals of engineering thermodynamics*. John Wiley & Sons.

Morosuk, T., & Tsatsaronis, G. (2009). Advanced exergy analysis for chemically reacting systems–application to a simple open gas-turbine system. *International journal of thermodynamics*, *12*(3), 105-111.

Morosuk, T., & Tsatsaronis, G. (2008). A new approach to the exergy analysis of absorption refrigeration machines. *Energy*, *33*(6), 890-907.

Petrakopoulou, F. (2011). *Comparative evaluation of power plants with CO2 capture. Thermodynamic, economic and environmental performance* (No. INIS-DE--1607). Technische Univ. Berlin (Germany). Fakultaet III-Prozesswissenschaften.

Rivero, R. A., & Garfias, M. (2006). Standard chemical exergy of elements updated. *Energy*, *31*(15), 3310-3326.

Rogers, G. F. C., Straznicky, P., Cohen, H., Saravanamuttoo, H. I. H., & Nix, A. (2017). *Gas turbine theory*. Pearson Higher Ed.

Szargut, J., Morris, D. R., & Steward, F. R. (1988). Exergy analysis of thermal, chemical, and metallurgical processes.

Şöhret, Y., Sogut, M. Z., Karakoc, T. H., & Turan, O. (2016). Customised application of exergy analysis method to PW120A turboprop engine for performance evaluation. *International Journal of Exergy*, *20*(1), 48-65.

Şöhret, Y., Açıkkalp, E., Hepbasli, A., & Karakoc, T. H. (2015). Advanced exergy analysis of an aircraft gas turbine engine: splitting exergy destructions into parts. *Energy*, *90*, 1219-1228.

Şöhret, Y., Ekici, S., & Dinc, A. (2021). Investigating the green performance limits of a cargo aircraft engine during flight: a thermo-environmental evaluation. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 1-16.

Tsatsaronis, G. (2007). Definitions and nomenclature in exergy analysis and exergoeconomics. *Energy*, *32*(4), 249-253.

Tsatsaronis, G., & Morosuk, T. (2012, November). Advanced thermodynamic (exergetic) analysis. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 395, No. 1, p. 012160). IOP Publishing.

Turan, O., Aydın, H., Karakoc, T. H., & Midilli, A. (2014). First law approach of a low bypass turbofan engine. *Journal of Automation and Control Engineering Vol*, *2*(1).

Turan, O., Aydın, H., Karakoc, T. H., & Midilli, A. (2014). Some exergetic measures of a JT8D turbofan engine. *Journal of Automation and Control Engineering Vol*, *2*(2), 110-114.

Turan, O. (2022). Exergo-economic analysis of a CFM56-7B turbofan engine. *Energy*, *259*, 124936.

Tvaronavičienė, M., Baublys, J., Raudeliūnienė, J., & Jatautaitė, D. (2020). Global energy consumption peculiarities and energy sources: Role of renewables. In *Energy transformation towards sustainability* (pp. 1-49). Elsevier.

Walsh, P. P., & Fletcher, P. (2004). Gas turbine engine components. *Gas Turbine Performance*, 159-291.

Yüksel, B. (2020). *Bir turbojet motorunun ekserji, ileri ekserji, eksergoekonomik ve ileri eksergoekonomik analizleri*, PhD thesis, Ege University (Turkey).

UNDERSTANDING GLOBAL PERCEPTIONS OF E-AGRICULTURE: A TWITTER-BASED SENTIMENT ANALYSIS AND TOPIC MODELING STUDY

Asoc. Prof. Anila BOSHNJAKU

Agricultural University of Tirana, Faculty of Economics and Agribusiness, Department of Economics and Rural Development Policies, Tirana, Albania

Endri PLASARI

Agricultural University of Tirana, Faculty of Economics and Agribusiness, Department of Economics and Rural Development Policies, Tirana, Albania

Irena FATA

Canadian Institute of Technology, Faculty of Engineering, Department of Software Engineering, Tirana, Albania

ABSTRACT

The increasing adoption of digital technologies in agriculture, known as e-agriculture, is transforming traditional farming practices by improving productivity, efficiency, and sustainability. This study investigates global perceptions of e-Agriculture using sentiment analysis and topic modeling on Twitter data to understand prevailing sentiments, topics of discussion, temporal trends, and geographical differences. Tweets related to e-Agriculture were collected from Twitter using keywords such as "e-agriculture," "smart agriculture," "smart farming," and "digital agriculture." Sentiment analysis was performed using TextBlob, and topic modeling was conducted using Latent Dirichlet Allocation (LDA). Geographical analysis was performed using geolocation data from Twitter. Sentiment analysis revealed 73.09% positive, 21.45% neutral, and 5.46% negative tweets, indicating a predominantly positive global perception. Temporal analysis indicated consistent positivity with occasional negative spikes. Topic modeling identified five key themes: climate-smart agriculture, technological advancements, innovations in smart farming, economic growth and trade, and collaborative digital initiatives. Geographical analysis highlighted regional variations in sentiment and engagement. Findings indicate a generally positive global perception of e-agriculture, emphasizing its potential benefits for sustainability and productivity. However, concerns such as data privacy and economic barriers remain. Policymakers, researchers, and practitioners can leverage these insights to address existing barriers and promote widespread adoption of e-Agriculture technologies.

Keywords: E-Agriculture, Sentiment Analysis, Topic Modeling, Twitter Analysis, NLP.

INTRODUCTION

E-Agriculture involves the application of Information and Communication Technologies (ICT) to enhance the productivity, efficiency, and sustainability of agricultural practices. The incorporation of digital technology within agricultural practices is addressed. This approach utilizes a range of digital tools, including mobile applications, data analytics, and online

platforms, to streamline agricultural activities, encompassing everything from crop cultivation to marketing. E-Agriculture transcends the conventional application of technology in agriculture by promoting innovative methods for enhancing the management and dissemination of agricultural information (Glaros et al., 2023).

E-Agriculture represents a crucial advancement, as it facilitates easier access to essential agricultural information for farmers. This equips them with the capacity to make well-informed decisions regarding crop management, stay informed about market trends, and implement environmentally sustainable practices. By leveraging agricultural e-commerce platforms, producers can expand their market reach and guarantee that their products meet customer demand. The transition to digital platforms facilitates distribution and creates an environment where small and medium-sized farmers can prosper through enhanced market access and greater bargaining power (Du et al., 2024).

Furthermore, the significance of e-Agriculture is especially paramount within the framework of sustainable agricultural methodologies. Integrating data-driven decisions with ecological considerations enables the support of sustainable farming techniques, ultimately leading to improved environmental outcomes. For instance, methods such as precision agriculture, which utilize data analytics to optimize resource efficiency, illustrate how e-Agriculture can enhance both productivity and sustainability by minimizing waste and environmental impacts (Farhan et al., 2024).

The integration of e-Agriculture and sentiment analysis signifies a novel convergence of technological advancements and agricultural practices, promoting superior decision-making, deeper consumer insights, and refined market evaluations. The application of sentiment analysis in the agricultural sector leverages extensive social media datasets to gain insights into consumer preferences, monitor market trends, and inform strategic decisions for stakeholders in agriculture.

Sentiment analysis, a computational method for assessing opinions and emotions expressed in text, has gained significant importance in the agricultural field. This leverages the widespread availability of social media platforms, where individuals articulate their opinions and experiences concerning agricultural products and practices. Rizki (2023) highlights that analyzing sentiment on social media provides contextual insight into consumer preferences and the dynamics of market trends, thereby allowing industry stakeholders to make timely and informed decisions that align with market demands (Rizki, 2023). This claim is supported by Singh et al. (2021), who emphasize the critical need for sentiment analysis in comprehending stakeholder opinions and sentiments in the context of the swift advancement of social media (Singh et al., 2021). Furthermore, the field of sentiment analysis has progressed through a range of methodologies, including lexicon-based, machine learning, and hybrid approaches. The methodologies employed facilitate the systematic quantification of sentiments articulated in social media, thereby converting qualitative insights into measurable metrics that can later guide strategic decision-making in agriculture (Umar, 2021; Yan-xiang & Jiao, 2021). This transformation is essential, as it enables stakeholders to analyze the sentiments associated with agricultural fairs and products, thereby informing marketing strategies and consumer engagement initiatives (Mahoney et al., 2020).

The methodologies utilized in sentiment analysis significantly contribute to improving its reliability and effectiveness. For example, advancements in deep learning frameworks are providing strong analytical capabilities that surpass those of conventional methods. According to the findings of Zhang et al. (2018), deep learning has become a powerful tool in sentiment analysis, significantly enhancing prediction accuracy in various applications, including agriculture (Zhang et al., 2018). Moreover, the application of innovative methodologies,

including the integration of sentiment dictionaries with machine learning algorithms, enhances both the accuracy and efficiency of sentiment categorization (Li, 2022).

The social context in which sentiment analysis is applied in agriculture has a significant influence on its effectiveness. Dilleen et al. (2023) assert that social media significantly facilitates the exchange of information among farmers. This is crucial for establishing trust and promoting the adoption of advanced agricultural technologies. This peer influence suggests that sentiment analysis extends beyond mere data collection, as it also impacts trust and interpersonal relationships within agricultural communities (Dilleen et al., 2023).

A separate investigation examined discussions surrounding food security, revealing that the combination of sentiment analysis and topic modeling can illuminate significant themes and their evolution over time. Molenaar et al. (2024). Furthermore, sentiment analysis can be applied in various contexts within agriculture, including assessing public perceptions of products and gaining insights into overarching agricultural policies. Scholars have employed sentiment analysis to examine public reactions to significant agricultural legislation, such as analyzing Twitter responses to legislative decisions (Singh et al., 2021). These examples illustrate the application of sentiment analysis in gauging public opinion, providing critical insights into the levels of support or opposition towards agricultural initiatives.

METHODOLOGY

The methodology section describes the approach taken to collect, process, and analyze the tweets related to e-agriculture. It also outlines the sentiment analysis and topic modeling techniques used to derive meaningful insights from the dataset.

Data collection

The data for this study was collected from Twitter, a popular social media platform where users actively share their views and opinions on various topics, including e-agriculture. The tweets were collected using the following search query:

("e-agriculture" OR "smart agriculture" OR "smart farming" OR "digital agriculture") lang: en -filter: retweets

This query ensures that only English tweets relevant to e-Agriculture were retrieved, while excluding retweets to prevent redundancy. The data was gathered from July 8, 2024, to December 26, 2024, using the Twitter API. A total of 10,009 tweets were collected, each with attributes such as tweet text, user location, user profile details, date and time, hashtags, mentions, likes, retweets, and more.

Data Preprocessing

To optimize sentiment analysis and topic modeling, a structured preprocessing pipeline was implemented on the gathered tweets. Initially, tweets were subjected to text cleaning, which entailed removing non-informative elements, including URLs, user mentions (e.g., usernames), hashtags, emoticons, and special characters. Subsequently, the remaining textual data was converted to lowercase throughout to ensure uniformity throughout the dataset. Using a predetermined stop word list, common words with minimal impact on sentiment, such as "and," "the," and "is," were eliminated. Ultimately, the cleaned text was tokenized into individual terms to facilitate additional analytical processing. It is essential to note that stemming and lemmatization were intentionally omitted to preserve the semantic integrity of words. However, this could be investigated in future research to improve the accuracy of analytical results.

Sentiment Analysis

Sentiment analysis was performed using the TextBlob library, a lexicon-based sentiment analyzer designed explicitly for analyzing social media text data. Each tweet received a polarity score ranging from -1 (indicating negative sentiment) to +1 (indicating positive sentiment). Based on these scores, tweets were categorized as positive (polarity > 0), negative (polarity < 0), or neutral (polarity = 0). Subsequently, sentiment distribution was assessed to quantify the proportion of positive, negative, and neutral tweets across the dataset. Additionally, a temporal analysis was conducted, aggregating tweets by date to identify evolving sentiment trends related to e-Agriculture over the specified period.

Topic Modeling

To identify prevalent discussion themes within the collected tweet corpus, topic modeling was conducted using the Latent Dirichlet Allocation (LDA) algorithm. Textual data was first vectorized using the Bag-of-Words (BoW) approach implemented through Scikit-Learn's CountVectorizer. Parameters were set to disregard terms that appeared in over 95% of tweets (maximum document frequency = 0.95) and those that appeared in fewer than two tweets (minimum document frequency = 2), thereby emphasizing terms that are both relevant and discriminative. The LDA model was configured to extract five topics, a decision informed by optimization of the coherence score. The resulting topics were then interpreted through their most representative words to elucidate the dominant themes within e-Agriculture discussions.

Geographical Analysis

Geographical analysis commenced by refining the User_Location data provided in tweets. Entries containing non-specific or irrelevant location information, such as "Earth," "Everywhere," or blank fields, were excluded from the analysis. The cleaned location strings were then transformed into geographical coordinates (latitude and longitude) using the Geopy library coupled with the Nominatim geocoding API. The resulting structured geospatial dataset included Tweet Content, User Location, and precise coordinates, thereby enabling comprehensive geographical analysis and visualization.

For visualization purposes, interactive maps were generated using the Folium library. Each tweet was plotted on a global map using sentiment-indicative markers: green for positive sentiment, blue for neutral sentiment, and red for negative sentiment. To enhance readability and manage dense clusters of data points, tweets were grouped using the MarkerCluster function, where cluster colors ranging from yellow to red denote tweet density rather than sentiment.

RESULTS AND DISCUSSION

This section presents the findings from the sentiment analysis, topic modeling, geographical analysis, and temporal analysis conducted on tweets related to e-agriculture. The results are interpreted and compared with relevant literature where applicable. The sentiment analysis conducted using TextBlob revealed a precise distribution of sentiments across the collected tweets. The overall sentiment distribution is as follows:

- **Positive Tweets:** 73.09%
- **Neutral Tweets:** 21.45%
- **Negative Tweets:** 5.46%

The dominance of positive tweets suggests a generally favorable perception of e-agriculture, particularly regarding digital agriculture, smart farming, and climate-smart practices, with

sentiments often emphasizing the perceived benefits of increased productivity and sustainability. The relatively low percentage of negative tweets (5.46%) suggests that concerns related to e-Agriculture are minimal but present. Common concerns expressed in the dataset include data privacy, limited access to technology, economic constraints, and resistance to change, reflecting key challenges that may hinder the broader adoption of smart farming technologies.

Temporal Analysis of Sentiments

The temporal analysis of sentiment trends over time revealed several interesting patterns:

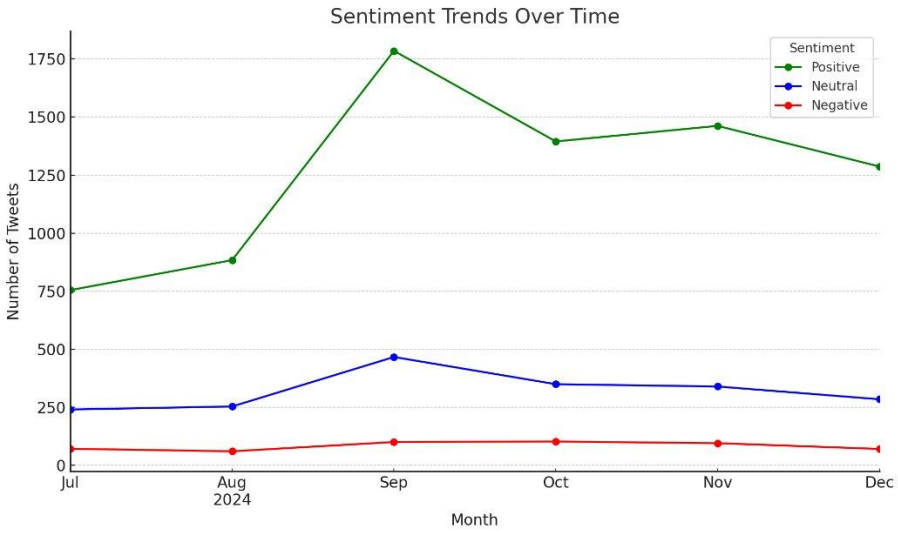


Figure 1. Sentiment Trends on e-Agriculture(July-December 2024)

Figure 1 illustrates sentiment trends over a six-month period, highlighting a clear dominance of positive sentiments. These sentiments rise sharply from July to a peak in September (approximately 1,800 tweets), followed by a moderate decline through December. This trend suggests a surge in optimism around e-agriculture technologies in early autumn, potentially linked to increased awareness campaigns or key seasonal activities. Neutral sentiments remain relatively stable, with a slight increase in September and a gradual decrease afterward, likely reflecting steady dissemination of factual or policy-related content. In contrast, negative sentiments remain consistently low throughout the period, with only minor and statistically insignificant fluctuations. This stability suggests that concerns or criticism regarding e-agriculture technologies did not gain substantial traction during this period. Overall, the data confirms a strong and sustained positive perception of e-agriculture on social media, while negative discourse remained marginal.

Topic Modeling Results

The application of Latent Dirichlet Allocation (LDA) yielded five distinct topics, each associated with relevant words that describe the major themes discussed on Twitter. The topics identified are summarized in Table 1.

Table 1. Topics Identified Through LDA

Topic	Most Relevant Words	Interpretation
Topic 1	agriculture, climate, climate-smart, smart, farmers, amp, food, change, resilience, practices	Discussions related to climate-smart agriculture, food security, and resilient practices.
Topic 2	agriculture, climate-smart, digital, sustainable, farming, food, future, smart, farmers, security	Technological advancements and their potential impact on sustainable farming practices.
Topic 3	farming, smart, agriculture, farmers, solutions, future, technology, sustainable, AI, crop	Innovations in smart farming include AI and crop management solutions.
Topic 4	agriculture, smart, trade, growth, climate-smart, international, sustainable, economic, climate, promoting	Trade, economic growth, and policy discussions related to promoting smart agriculture.
Topic 5	agriculture, digital, smart, register, amp, mission, project, data, join, like	Collaboration, projects, and digital agriculture initiatives promote technological adoption.

The topics identified align closely with the overall sentiment patterns observed. For instance, discussions centered on smart farming technologies and climate-smart agriculture were generally associated with positive sentiment, reflecting optimism about their potential to improve productivity and support sustainable practices.

The economic and trade-related topics (Topic 4) are somewhat neutral, indicating mixed perceptions about the economic implications of adopting digital agriculture. Additionally, topics related to collaborative projects and initiatives (Topic 5) reflect positive sentiments about the potential for innovation and technological adoption.

Geographical Analysis

The sentiment marker map (see Figure 1) illustrates the global spread of tweets related to e-agriculture. High activity was observed in regions such as North America, South Asia, Western Europe, and parts of Africa. These areas represent both active technology adopters and regions with significant agricultural interests. Figure 1 demonstrates how sentiment is spatially distributed:

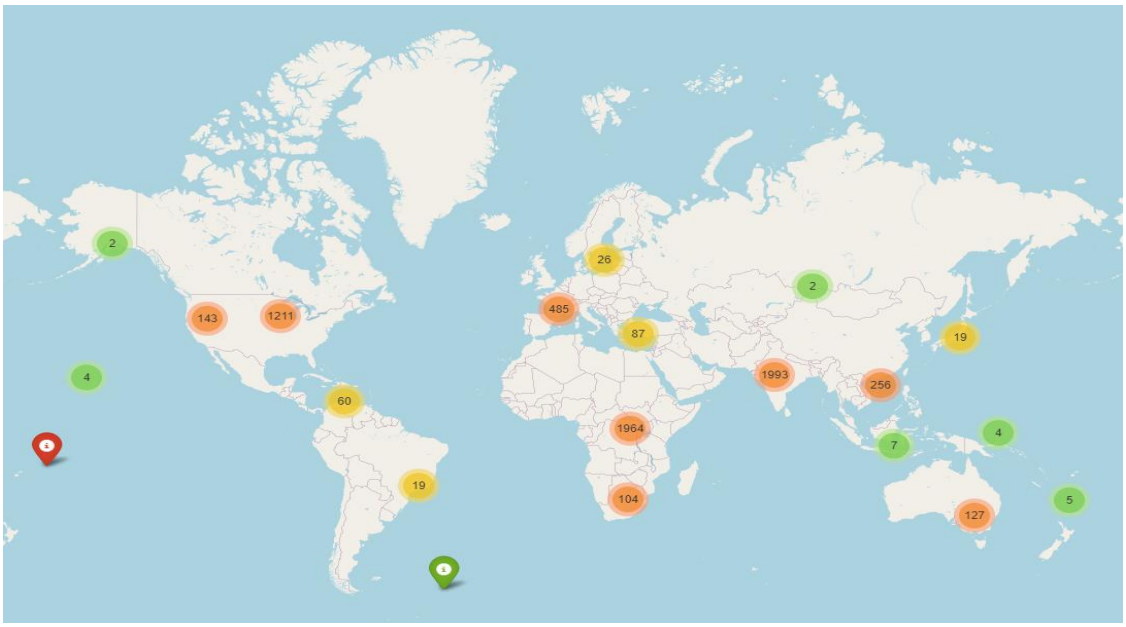


Figure 2. Geographical visualization of tweet sentiments on e-Agriculture topics.

Note: Markers indicate tweet sentiment: green for positive, blue for neutral, and red for negative. Marker clusters (colors ranging from yellow to red) represent the density of tweets within specific geographic regions, with higher-density clusters appearing in warmer colors (orange to red).

Individual markers represent tweets and are color-coded according to their sentiment. Tweet clusters are visualized using MarkerCluster(), where the cluster color (from green to red) indicates tweet density, not sentiment polarity. This distinction is crucial for accurate interpretation: a red cluster does not necessarily signify negative sentiment, but rather a high concentration of tweets in that area. Negative sentiments in certain countries were predominantly associated with challenges related to access to technology, financial constraints, and data privacy concerns, reflecting common obstacles encountered in implementing digital agriculture solutions.

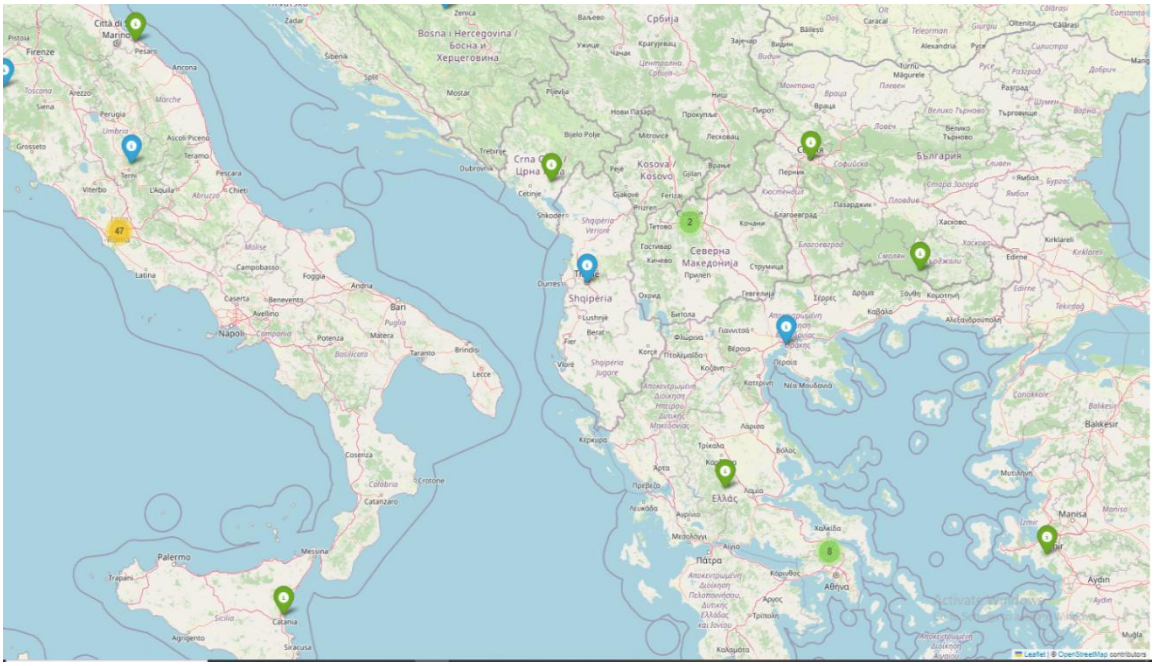


Figure 3. Regional geographical visualization of tweet sentiments related to e-Agriculture within the Western Balkans and surrounding areas.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This study aimed to analyze global perceptions of e-Agriculture using a combination of sentiment analysis, topic modeling, geographical analysis, and temporal analysis. Tweets related to e-Agriculture were collected using a well-defined search query and processed to extract meaningful insights.

The findings from the sentiment analysis indicate a predominantly positive perception of e-agriculture, with approximately 73.09% of tweets being positive, 21.45% neutral, and only 5.46% negative. Positive sentiments are primarily associated with the benefits of digital agriculture, smart farming, and climate-smart practices. Negative sentiments, although limited, highlight concerns related to data privacy, technological accessibility, and economic barriers.

The application of Latent Dirichlet Allocation (LDA) for topic modeling identified five major themes: (1) Climate-smart agriculture, (2) Technological advancements in sustainable farming,

(3) Innovations in smart farming, (4) Economic growth and trade, and (5) Collaborative projects and digital initiatives. The identified topics align well with the sentiments expressed, suggesting that most discussions focus on technological progress and sustainable practices.

The geographical analysis further revealed that positive sentiments are more prevalent in countries actively promoting digital agriculture and smart farming initiatives. Negative sentiments are often associated with issues of accessibility, affordability, and ethical concerns, particularly in developing regions.

The findings of this study have several implications for various stakeholders. Positive perceptions of e-Agriculture suggest that policies promoting digital agriculture and climate-smart practices are well-received. Addressing barriers related to accessibility and affordability can improve the adoption of these technologies, particularly in developing regions.

The identified topics provide a valuable basis for future research aimed at addressing specific challenges within the e-Agriculture domain. Advanced models such as BERT or RoBERTa could be employed to enhance sentiment classification accuracy. Recognizing positive perceptions towards technological advancements provides an opportunity to promote adoption through effective communication and demonstration of benefits. Addressing concerns related to data privacy and economic barriers could further enhance the acceptance of e-Agriculture innovations.

While this study provides valuable insights into global discussions on e-agriculture, it has certain limitations:

Use of Lexicon-Based Sentiment Analysis: The reliance on TextBlob, a lexicon-based approach, may have limited the accuracy of sentiment classification, particularly for complex or nuanced text. Future research could incorporate transformer-based models such as BERT or RoBERTa for more accurate sentiment detection.

Geographical Analysis Limitations: The geographical analysis was restricted by the availability and accuracy of user-provided location data. Future studies could enhance this analysis by integrating more sophisticated location extraction techniques.

Language Limitation: Only English tweets were analyzed. Expanding the analysis to include multilingual tweets could provide a more comprehensive perspective.

Comparative Analysis: Future studies could compare results across different periods to examine how perceptions evolve over time and across different regions.

REFERENCES

1. Dilleen, G., Claffey, E., Foley, A., & Doolin, K. (2023). Investigating knowledge dissemination and social media use in the farming network to build trust in smart farming technology adoption. *Journal of Business & Industrial Marketing*, *38*(8), 1754–1765. https://doi.org/10.1108/JBIM-01-2022-0060
2. Du, X., Jiangnan, Z., Xue-lian, G., & Ali, M. (2024). The Impact of Informatization on Agri-Income of China's Rural Farmers: Ways for Digital Farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1329674
3. Farhan, S. M., Yin, J., Chen, Z., & Memon, M. S. (2024). A Comprehensive Review of LiDAR Applications in Crop Management for Precision Agriculture. *Sensors*. https://doi.org/10.3390/s24165409

4. Glaros, A., Thomas, D., Nost, E., Nelson, E., & Schumilas, T. (2023). Digital Technologies in Local Agri-Food Systems: Opportunities for a More Interoperable Digital Farmgate Sector. *Frontiers in Sustainability*. https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1073873
5. Li, H. (2022). Brand Potential User Identification Algorithm Based on Sentiment Analysis. *Frontiers in Psychology*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.906928
6. Mahoney, J., Widmar, N. O., & Bir, C. (2020). #GoingtotheFair: A Social Media Listening Analysis of Agricultural Fairs1. *Translational Animal Science*. https://doi.org/10.1093/tas/txaa139
7. Molenaar, A., Lukose, D., Brennan, L., Jenkins, E. L., & McCaffrey, T. A. (2024). Using Natural Language Processing to Explore Social Media Opinions on Food Security: Sentiment Analysis and Topic Modeling Study. *Journal of Medical Internet Research*, *26*, e47826. https://doi.org/10.2196/47826
8. Rizki, J. (2023). Social Media Sentiment Analysis to Understand Agricultural Market Trends and Consumer Preferences. *Jurnal Minfo Polgan*. https://doi.org/10.33395/jmp.v12i2.12970
9. Singh, M., Goyal, V., & Raj, S. (2021). Sentiment Analysis of Social Media Tweets on Farmer Bills 2020. *Journal of Scientific Research*. https://doi.org/10.37398/jsr.2021.650319
10. Umar, M. (2021). Sentiment Analysis Techniques and Application-Survey and Taxonomy. *Engineering and Technology Journal*. https://doi.org/10.47191/etj/v6i1.01
11. Yan-xiang, L. I., & Jiao, J. (2021). A Hybrid Sentiment Analysis Method of Transformer and Capsule Network for Hotel Reviews. *Academic Journal of Computing & Information Science*. https://doi.org/10.25236/ajcis.2021.040110
12. Zhang, L., Wang, S., & Liu, B. (2018). Deep Learning for Sentiment Analysis: A Survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews Data Mining and Knowledge Discovery*. https://doi.org/10.1002/widm.1253

BALIK GÖLÜ BALIKÇILIĞININ YAPISAL ÖZELLİĞİ

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE BALIK LAKE FISHERY

Doç. Dr. Adem Sezai BOZAOĞLU

Van Yüzüncü Yıl University, Fisheries Faculty, 65080, Van, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4078-5159

ÖZET

Bu çalışma Balık Gölü'nde kullanılan av araç gereçlerini, avcılığının yapıldığı teknelerin özelliklerini, avlanan balık miktarlarını, Balık Gölü balıkçılığının sosyo-ekonomik yapısını ve balıkçıların sorunlarını belirlemek için Mart –Haziran 2024 tarihleri arasında, 17 anket görüşmesi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Balık Gölü'nde iki farklı uzatma ağı kullanıldığı tespit edilmiştir. Sazan ve siraz balığı avcılığı için multifilament fanyalı uzatma ağlarının kullanıldığı belirlenmiştir. Alabalık avcılığı için ise sade monofilament uzatma ağlarının kullanıldığı tespit edilmiştir. Tespit edilen ağları teknik planı FAO standartlarına göre tanımlanmıştır. Balıkçı teknelerinin ortalama 7,31±049 HP motor gücüne sahip olduğu ve teknelerin ortalama boylarının 6,13±0,46 m olduğu tespit edilmiştir. Balık Gölü için yıllık 433±76,4 kg balık avlandığı belirlenmiştir. Ayrıca Balık Gölü balıkçılığının sosyo-ekonomik yapısı belirlenmiştir. Anket sonuçlarına göre balıkçıların en önemli sorunlarının göl suyunun tarım ve içme suyu olarak kullanılması, küresel ısınma, bilinçsiz avlama ve göle kerevit aşılanması olduğu tespit edilmiş ve bu sorunlar üzerine çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Balık Gölü, Sosyo-Ekonomik Yapı, Uzatma Ağı, Balıkçılık

ABSTRACT

This study was carried out between March and June 2024 by conducting 17 surveys in order to determine the fishing equipment used in the Balık Lake, the characteristics of the boats used, the amount of fish caught, the socio-economic structure of fishing in the lake and the problems of the fishermen. According to the survey results, two different nets were used in the Balık Lake was determined; multifilament trammel nets were used for carp and capoeta fishing, and monofilament gillnets were used for trout fishing. The technical plans of these nets are defined according to FAO standards. It was concluded the fishing boats used had an average engine power of 7.31±049 HP and a length of 6.13±0.46 m. By revealing the socio-economic structure of the fishery in the lake, it was determined that an annual of 433±76.4 kg of fish was caught. The survey results revealed that the most important problems of fishermen were the use of lake water as irrigation and drinking water, the negative effects of global warming, unconscious fishing and the introduction of crayfish into the lake, and solution suggestions were presented on this issue.

Keywords: Balık Lake, Socio-Economic Structure, Gillnet, Fishery

GİRİŞ

Balıkçılığı sürdürülebilir bir şekilde yönetebilmek için, mevcut su kaynağında bulunan bir stokun devamlı olarak kendisini yenileyebilmesi gerekmektedir. Böylece kaynaktan avlanabilecek balık miktarı kontrol edilebilir. Bu kapsamda sürdürülebilirlik, balıkçının stokları fazla sömürmeden mevcut kaynaktan maksimum yararlanması anlamına gelir. Özellikle Balık Gölü gibi küçük göllerde küçük ölçekli balıkçılık yapılmaktadır. Aynı zamanda burada balıkçılıktan elde edilen kazanç fazla olmadığı için, balıkçılık yapanların büyük bir bölümünün ikinci bir işi de bulunmaktadır (Bozaoğlu 2020).

Balık Gölü, Fırat Havzasında yer alan 34 km²'lik alana sahiptir. Gölün yüksekliği 2.241 m dir (Karabulut 2018). Gölde Sazan *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758), Siraz *Capoeta capoeta* ve Alabalık *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758) olmak üzere 3 doğal tür yaşamaktadır (Öztürk 2014). 2024 yılında iç sular avcılığında 2922 ton sazan ve 812 ton siraz balığı avlanmıştır. Sazanın toplan iç sulardaki avcılık payı %8.7 siraz balığının ise %2.4 tür. Bu türler de Balık Gölü'nde avlanan hedef türlerdir (TÜİK, 2024).

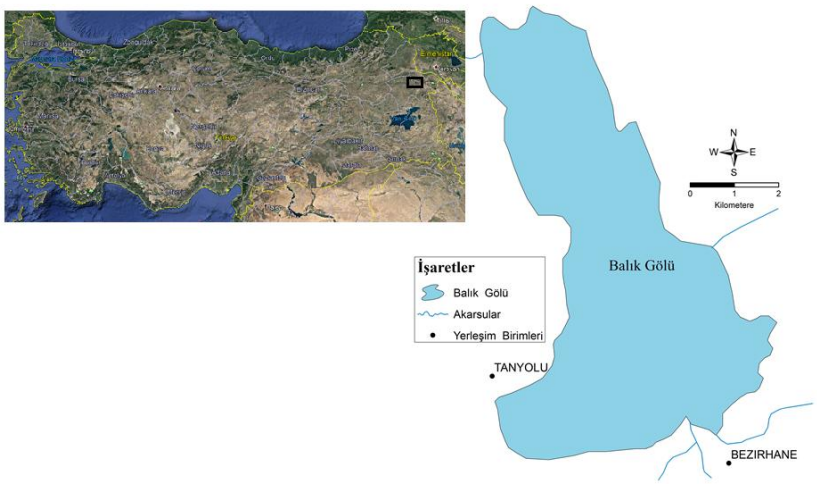
Sürdürülebilir bir balıkçılık yönetimi için en önemli unsurlardan birisi güvenilir veri toplanması ve bu bilgilerin devamlı olarak güncellenmesi gerekmektedir. Balık Gölü'nde sürdürülebilir bir balıkçılık yönetimi için; Balık Gölü balıkçılığının yapısal analizinin çıkartılarak sosyo kültürel yapının belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda bu çalışma ile;

1. Balık Gölü'nde kullanılan uzatma ağlarının tüm özellikleri belirlenmiş ve teknik planları çıkarılmıştır.
2. Bu ağları kullanan balıkçı teknelerinin özellikleri belirlenmiştir.
3. Avlanan balıklar tespit edilmiştir.
4. Balıkçılığın Sosyo-ekonomik yapısının belirlenmiştir.
5. Balıkçıların karşılaştığı sorunlara çözüm önerileri sunulmuştur.

MATERYAL VE METOD

Araştırma Fırat Havza'sında bulunan Balık Gölü'nde gerçekleşmiştir (Şekil 1). Gölün yüksekliği 2241 m olup, ülkemizin en yüksek doğal tatlı su gölüdür. Göl 34 km² lik bir alana sahip olup, ortalama derinliği 70 m dir. (Karabulut 2018). Araştırma Balık Gölü'nde avcılık yapan 8 tekne kaptanı ve 9 tayfa olmak üzere toplam 17 anket uygulaması yapılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada daha önce Van Gölünde yapılan bir araştırmada kullanılan anketler kullanılmıştır (Bozaoğlu 2020).

Bu kapsamda gölde hangi balıkların ne miktarlarda avlandığı, avcılıkta kullanılan uzatma ağlarının teknik özellikleri, balıkçıların sosyo ekonomik durumları ve Balık Gölü balıkçılığında balıkçıların karşılaştıkları sorunlar tespit edilerek bu sorunlara yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

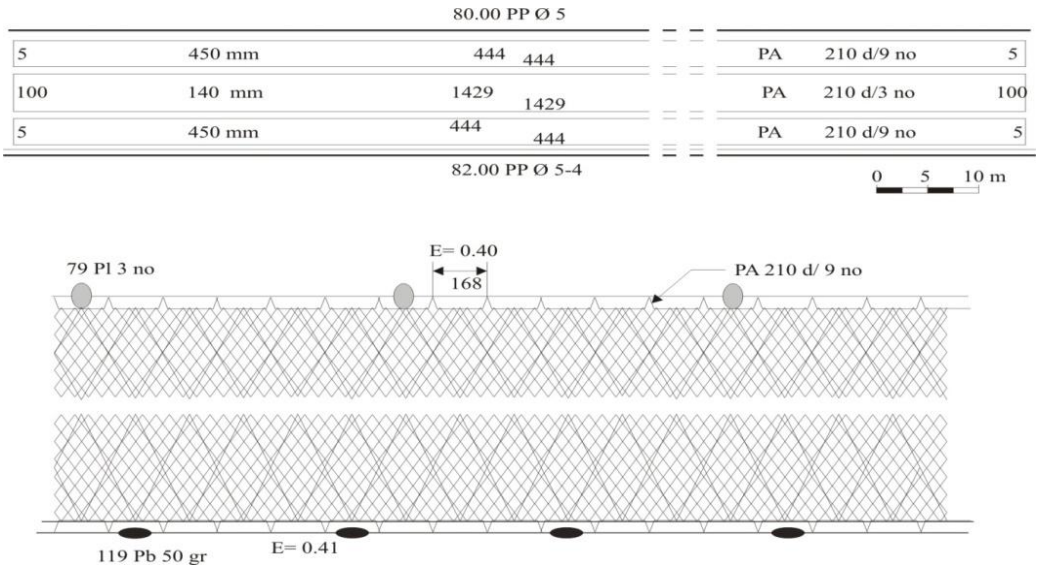


Şekil 1. Araştırma alanı

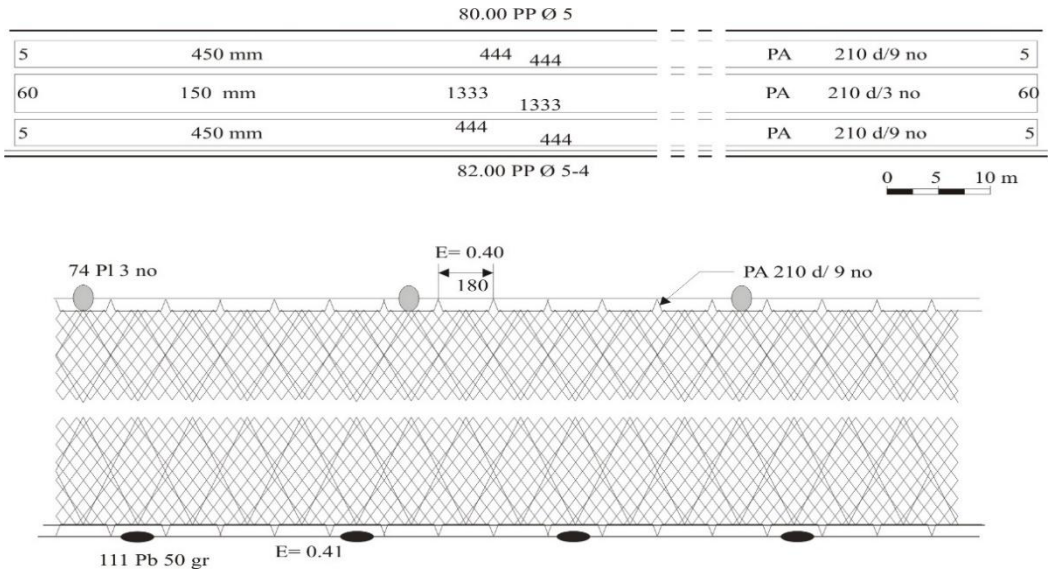
BULGULAR

Uzatma ağlarının Teknik Özellikleri

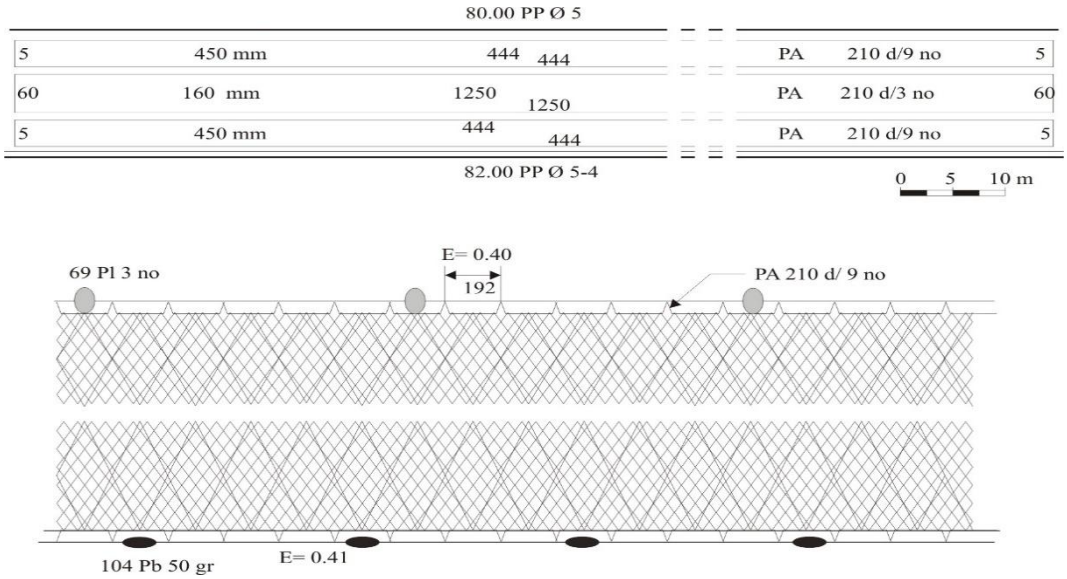
Balık Gölü'nde hem multifilament fanyalı ağların hem de monofilament sade uzatma ağlarının kullanıldığı tespit edilmiştir. Sazan ve siraz balığı avcılığında fanyalı ağların, alabalık avcılığında ise sade uzatma ağlarının kullanıldığı belirlenmiştir (Şekil 2,3,4,5,6).



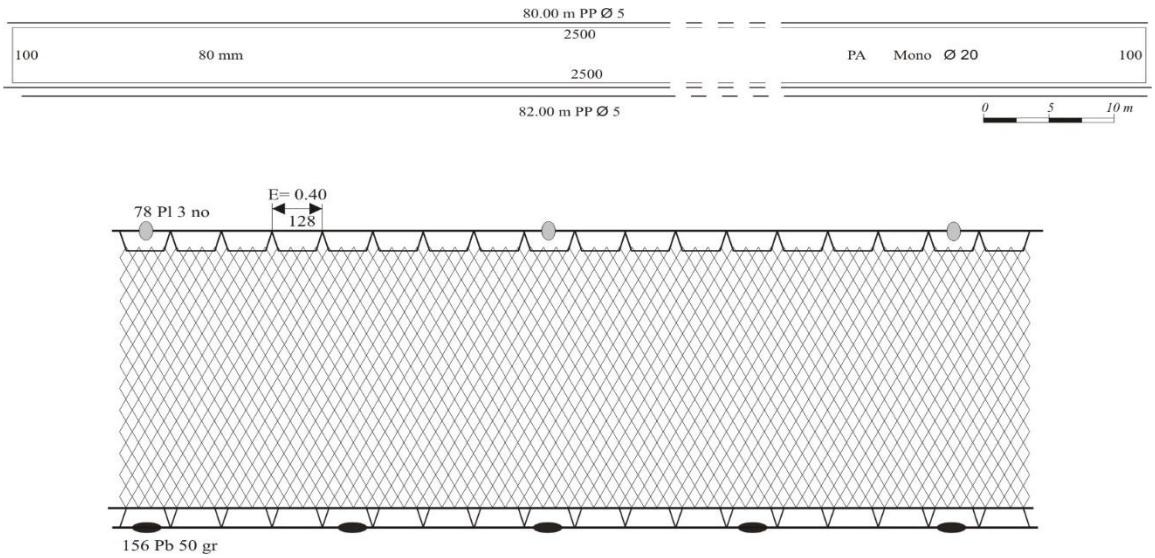
Şekil 2. Sazan ve Siraz yakalamak için kullanılan ağların teknik planı 1



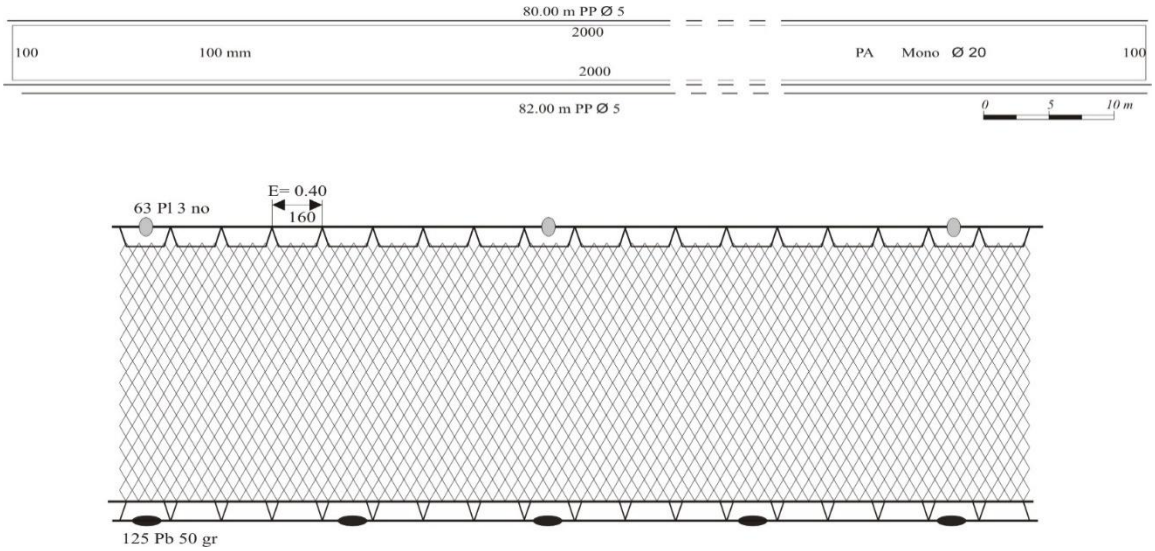
Şekil 3. Sazan ve Siraz yakalamak için kullanılan ağların teknik planı 2



Şekil 4. Sazan ve Siraz yakalamak için kullanılan ağların teknik planı 3



Şekil 5. Alabalık yakalamak için kullanılan ağların teknik planı 1



Şekil 6. Alabalık yakalamak için kullanılan ağların teknik planı 2

Balıkçı Teknelerinin Özellikleri

Balık Gölü'ndeki teknelerin hepsinin ahşaptan yapılmış olduğu tespit edilmiştir. Teknelerin 16,75±2,72 yıl ortalama yaşa sahip olduğu saptanmıştır. Teknelerin 6,13±0,46 m, ortalama boya sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca teknelerin 7,31±049 HP motor gücüne sahip olduğu da tespit edilmiştir (Şekil 7).

Şekil 7. Balıkçı teknesi

Avlanan Balık Miktarı

Balık Gölü'nde yapılan anket sonuçlarına göre sazan, siraz ve alabalık türlerinden toplam 433±76.4 Kg balık avladıkları tespit edilmiştir.

Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Yapısı

Tekne tayfaların ortalama sayısı 1.75±0.46 olduğu ve çoğunun avlanan balıklardan pay aldığı belirlenmiştir. %87'sinin her zaman bu işi yapmadığı %13'ünün ise sürekli olarak tayfalık yaptığı saptamıştır.

Balık Gölü'nde balıkçıların eğitim durumları irdelendiğinde %37,50'inin ilkokul, %25'inin ortaokul, %25 üniversite ve %12,50'sinin lise mezunu olduğu tespit edilmiştir.

Balık Gölü'nde balıkçılık yapanların ortalama yaşının 36,03±8,16 olduğu ve %87'sinin evli olduğu belirlenmiştir. Ortalama çocuk sayısı 2.63±2.39 olarak tespit edilmiştir. Barınma durumları incelendiğinde %75'i ev sahibi, %25'i ise ailesi ile kaldığı saptanmıştır. Bu mesleğe nasıl başladıkları sorusuna %62'lik bir kısım baba mesleği olduğunu için bu işi yaptığını, %38'lik kısım ise geçimini sağlamak için zorunluluktan bu işi yaptıklarını bildirmişlerdir. Balıkçıların hepsinin geçimini sağlamak için bir işle uğraştığı, bunun yanında balıkçılığı ek bir gelir elde etmek için yaptıkları belirlenmiştir. Hiçbir balıkçının sağlık sigortalarının olmamasına karşılık hepsinin yeşil kart sahibi olduğu tespit edilmiştir. Balıkçılar hepsi avladıkları balıkları perakende olarak kendilerinin sattığını beyan etmişlerdir. Balıkçılar balıkçılık işinin çok zor olduğu için bu işi çocuklarının yapmasını tercih etmediklerini bildirmişlerdir. Ayrıca geçimini sağlamak için bu işi yapmak zorunda olduklarını ve bu yüzden bu işi bırakmayı düşünmediklerini beyan etmişlerdir. Bunun dışında balıkçıların hepsinin ikinci bir işinin de olduğu saptanmıştır. Büyük bir bölümünün hayvancılık, çobanlık ve restoran işletmeciliği yaptığı tespit edilmiştir.

BALIKÇILARIN KARŞILAŞTIĞI SORUNLAR

Göl suyunun tarıma ve içme suyuna verilmesinden ve küresel ısınma sebebiyle gölde su seviyesi önemli derecede düşmüştür. Ayrıca su seviyesindeki bu düşüş, doğal alabalıkların bıraktığı yumurtaların gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bir diğer önemli sorun ise Balık Gölüne nereden geldiği belli olamayan kerevit türünün aşılanmasıdır. Bu tür hem göldeki doğal balıkların yumurtalarına zarar vermekte, hem de direk olarak bu türlerin besinine ortak olmaktadır.

ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Orman ve Su İşleri Bakanlığının "*İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik*" te belirtilen esaslar doğrultusunda göl havzası korunmalı ve iyileştirilmelidir. DSİ Balık gölünde daha önce yaptığı çalışmalara ilaveten su kaçaklarını önleyici tedbir almalı ve yatırım planları yapmalıdır.

İstilacı türlerin iç sulara bırakılmaması için kontroller artırılmalı ve daha caydırıcı cezalar uygulanmalı

SONUÇ

Balık Gölü balık kaynaklarının yönetilmesinde sürdürülebilir bir balıkçılık politikasının izlenmesinin yanında balıkçının da varlığını sürdürebilmesi için etkin ve doğru yönetim politikalarına ihtiyaç vardır. Balık Gölü'nde balık stokunun korunması ve sürdürülebilir bir balıkçılık için ekolojik ve biyolojik verilerin yanında sosyo-ekonomik verilerin de izlenmesi ve sürekli olarak yenilenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Bozaoğlu, A. S. (2020). Ağrı Balık Gölü Balıkçılığının Genel Durumu. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 5*(4), 750-758.

Karabulut, K. (2018). Ağrı ilinin sosyo-ekonomik profili, 1. Baskı, AİÇÜ Yayınları, Ankara, Türkiye, 421p.

Öztürk, O. (2014). Ağrı ili Balık Gölü'nde yaşayan balıkların tür tespitinin yapılması ve türlerin bazı biyolojik özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Balıkesir, Türkiye, 115s.

TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. Alıntılanma adresi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2024-54193

BİLİŞSEL ESNEKLİK VE AKADEMİK ERTELEME ARASINDAKİ İLİŞKİDE ZAMAN YÖNETİMİNİN ÇOKLU ARACI ROLÜ

THE MEDIATING ROLE OF TIME MANAGEMENT IN THE RELATIONSHIP BETWEEN COGNITIVE FLEXIBILITY AND ACADEMIC PROCRASTINATION

Cansu BETÜL GÜLER

Rehberlik ve Psikolojik Danışma Anabilim Dalı, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Türkiye

ORCID ID: 0009-0008-0061-8149

Prof. Dr. Mustafa Yüksel ERDOĞDU

Rehberlik ve Psikolojik Danışma Anabilim Dalı, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-6403-5630

ÖZET

Giriş ve Amaç: Bu çalışmada bilişsel esneklik ve akademik erteleme arasındaki ilişkide zaman yönetimi aracı rolü farklı değişkenler tarafından incelenmesi araştırılmıştır. Çalışmada nicel araştırma stillerinden birisi olan ilişkisel tarama kullanılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Katılımcılar, 220' si (% 64.32) kadın, 122'si (35.68) erkek olan 342 kişiden oluşmaktadır. Çalışmada "Bilişsel Kontrol ve Esneklik Ölçeği", "Akademik Erteleme Ölçeği" ve "Zaman Yönetimi Ölçeği" kullanılmıştır. Kullanılan ölçeklerle birlikte katılımcıların araştırmayı geliştirebilecek bilgilerini toplayabilmek için "Kişisel Bilgi Formu" oluşturulmuştur. Uygulanan ölçeklerin analizi için; frekans ve yüzdelikler, t testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA), pearson korelasyon ve aracılık rolünün analizi için çoklu aracı analizinden yararlanılmıştır.

Sonuçlar: Çalışma sonuçlarına göre kadınların akademik erteleme düzeyinin erkeklerinkinden fazla olduğu, 16 yaş üstü öğrencilerin 14-15 yaş aralığındaki öğrencilerden daha yüksek akademik erteleme düzeyine sahip olduğu, akademik not ortalaması 85 ve üstü olan öğrencilerin 69 ve altı öğrencilere göre daha yüksek olduğu günlük ortalama uyku saati 6-8 saat olan öğrencilerin günlük uyku saati 9 saat ve üstü olan öğrencilere göre akademik erteleme düzeyi daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Günlük ortalama sosyal medya kullanımı 4 saat ve üstü olanların akademik erteleme düzeyi 2-3 saat arası sosyal medya kullananlardan ve 1 saatten az kullananlardan düşüktür. Yapılan araştırmada günlük ortalama uyku saati 9 saat ve üzeri olan öğrencilerin zaman yönetiminde başarılı olma oranı 6-8 saat arasında uyuyanlardan ve 5 saatten az uyuyanlardan düşüktür. Sosyal medya kullanımı 4 saat ve üstü olanların bilişsel kontrol ve esneklik düzeyi 2-3 saat arası sosyal medya kullananlardan ve 1 saatten az kullananlardan yüksektir. Bilişsel esneklik ile akademik erteleme zamanı planlama zamanı düzenleme ve zamanı yönetmede bilinçlilik alt ölçek puanları arasında negatif yönde anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Akademik erteleme ölçek puanları ile zamanı planlama zamanı düzenleme ve zamanı yönetmede bilinçlilik alt ölçek puanları arasında da negatif yönde anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Bilişsel kontrol ve esneklik ile akademik erteleme arasındaki ilişkide zaman yönetimi alt boyutlarının çoklu aracı rolü bakılmış olup ve bu sonucunda aracı olan

değişkenlerin akademik erteleme davranışı üzerinde aracılık rolünün olduğu ve akademik erteleme davranışı üzerindeki toplam varyansın %29'unu açıkladığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilişsel Kontrol ve Esneklik; Akademik Erteleme; Zaman Yönetimi

ABSTRACT

Introduction and Purpose: In this study, the mediating role of time management in the relationship between cognitive flexibility and academic procrastination was investigated by examining different variables. The study used one of the quantitative research styles, relational scanning.

Material and Method: Participants consisted of 342 people, 220 (% 64.32) of whom were female and 122 (35.68) male. The study used the "Cognitive Control and Flexibility Scale", "Academic Procrastination Scale" and "Time Management Scale". A "Personal Information Form" was created to collect information from the participants that could improve the research along with the scales used. For the analysis of the applied scales; frequency and percentages, t test, one-way analysis of variance (ANOVA), Pearson correlation and multiple mediator analysis were used for the analysis of the mediating role.

Results: According to the study results, it is observed that the level of academic procrastination of women is higher than that of men, students over the age of 16 have a higher level of academic procrastination than students between the ages of 14-15, students with an academic grade point average of 85 and above are higher than students under 69, and students with an average daily sleep time of 6-8 hours have a higher level of academic procrastination than students with an average daily sleep time of 9 hours and above. The academic procrastination level of those with an average daily social media use of 4 hours and above is lower than those who use social media for 2-3 hours and those who use less than 1 hour. In the study, the rate of success in time management of students with an average daily sleep time of 9 hours and above is lower than those who sleep for 6-8 hours and those who sleep less than 5 hours. The cognitive control and flexibility level of those who use social media for 4 hours and above is higher than those who use social media for 2-3 hours and those who use less than 1 hour. There are negative significant relationships between cognitive flexibility and academic procrastination time planning, time organization and consciousness in time management subscale scores. There are also negative significant relationships between academic procrastination scale scores and time planning, time organization and time management consciousness subscale scores. The multiple mediating role of time management subscales was examined in the relationship between cognitive control and flexibility and academic procrastination, and as a result, it was seen that the mediating variables had a mediating role on academic procrastination behavior and explained 29% of the total variance on academic procrastination behavior.

Keywords: Cognitive Control and Flexibility; Academic Procrastination; Time Management

GİRİŞ

Bilişsel esneklik, deneyim ve yaşananlarla öğrenilebilen (Canas, Fajardo, Salmeron, 2006), kişinin yeni beklenmedik ve değişen olaylara karşı davranışlarını duruma uygun olarak ayarlayabilmesi ve değiştirebilmesi (Prado, Janickova, Al- Onaizi ve Prado, 2017), düşünce kalıplarını değiştirme becerisi (Powell, Ragozzino, 2012), yapılacak davranışları kontrol altına alma (Buttelmann ve Karbach, 2017), verilecek tepkiler arasında geçişi uygun bir şekilde yapabilme hazırlığı (Dajani, Uddin, 2015), iletişim içindeki alternatiflerini fark edebiliyor olması (Martin, Anderson, 1998) olarak tanımlanabilir.

Kişinin yaşadığı olaylara göre farklı davranışlar üretmesi gerektiğini bilen kişilerin kesin doğru davranışı yapması gerektiğini düşünen kişilere göre daha fazla bilişsel esnekliğe sahiptirler (Martin ve Anderson, 1998), bilişsel esneklik bireyin durumlara farklı çözümler üretmesi olaylara hızlı adapte olmasında (Martin ve Rubin,1995) etkilidir. Bilişsel esneklik kişilerin esnek olma istekleriyle ve yapacaklarına olan güvenleriyle doğru oranda yükselebilir (Martin, Anderson ve Thweatt, 1998)

Yapılan araştırmalara bakıldığında Anderson ve arkadaşları (1998) tartışmalarda töleransı yüksek olan kişilerin bilişsel esneklik düzeyinin yüksek çıktığı, Sanchez ve arkadaşları (2004) bilişsel esnekliği düşük olup bilişsel katılığı yüksek olan kişilerin yeme bozukluğu probleminin oluştuğu, Yu, Yu ve Lin (2019) bilişsel esnekliği düşük olan kişilerin dürtüsellik düzeylerinin yükseldiği gözlenmektedir.

Kişinin durumlara nasıl karşılık vereceğini düşünme ve çözüm üretmesinde farklı bakış açıları görmesini sağlayan düşünceler ve tepkiler arasında rahat geçiş yapmasını sağlayan bilişsel esneklik yükseldikçe akademik erteleme davranışının kişide azaldığı (Zayed, 2024).

Akademik erteleme, erteleme davranışının öğrenme ve görevlerini geciktirme ile olan alt başlıklarından biri olup (Steel ve Klingsieck, 2016) kişinin bu görev ve sorumlulukları gereksiz yere geciktirmesi (Svartdal, Dahl, Gamst-Klaussen, Koppenborg ve Klingsieck, 2020) kişinin çalışmaya başlamasıyla dikkatini dağıtacak unsuru bularak tekrar tekrar ertelemesi (McCloskey ve Scielzo, 2015), kasıtlı olarak da yapıldığı görünen (Schraw, Wadkins ve Olafson, 2007) ve genellikle öğrencinin akademik başarısını düşürdüğü gözlemlenen (Scher ve Osterman, 2002) davranıştır.

Akademik erteleme öğrencilerin başaramama korkusu ya da başarmasının sonucunda olacaklardan korkması, yapılacak işi zorunluluk olarak görüp o işten uzaklaşması veya birinin kontrol edecek olmasından çekinmesi (Solomon ve Rothblum, 1984) sebebiyle yapılan ve sonucunda öğrencilerin stresinin artmasıyla birlikte düşük puan almasıyla devam eden (McCloskey ve Scielzo, 2015) kişinin o görevi ertelemeden yapması durumunda harcayacağından daha fazla zaman harcamasına sebep olan (Rothblum, Solomon ve Murakami, 1986) bir durumdur. Öğrenciler sonradan bu durumdan çok daha fazla üzüntü duyabilirler (Saplavska ve Jerkunkova, 2018).

Yapılan araştırmalarda öğrencilerin akademik erteleme davranışından rahatsız olmayıp anlık rahatlama yaşasalar da sonucunda başarısızlıkla karşılaşmaktan mutsuz oldukları (Hen ve Groshit, 2020) ve bu durumun daha fazla kaygıya sebep olabileceği (He, 2017) sonucuna ulaşılmıştır. Akademik erteleme ile ilgili yapılan araştırmalarda öğrencilerin dışsal motivasyonlarının düşük olmasının mükemmeliyetçi olmalarıyla birlikte erteleme davranışına daha yatkın oldukları (Brownlow ve Reasinger, 2000); öz-düzenleme ve öz-yeterliliği yüksek olan (Ang, ve arkadaşları, 2008) ve içsel motivasyonu yüksek olan (Lee, 2005) öğrencilerin ise akademik erteleme davranışını daha az gösterdiği içsel motivasyonu yüksek olanların sonucuna varılmıştır. Patrzek, Sattler, van Veen, Grunschel ve Fries'in (2015) araştırmasında öğrencilerin ürettikleri gerçek dışı bahanelerin etkili olduğu, Tuckman (2005) kişinin ertelemeyi kendisi düzenlemediği farklı gerekçeler sunarak ertelediği sonuçlarına ulaşmıştır.

Akademik erteleme öğrencilerin kaygılarını bastırmak için anlık rahatlatıcı ama sonrasında başarısızlıkla sonuçlanan bir durum ve bu durumu ortadan kaldırmak için zamanlarını nasıl planlamaları ve yönetmeleri gerektiğini öğrenmeleri faydalı olabilir (Liu, Xu, Yang, Li, Dong ve Chen, 2022).

Kişinin yapması gerekenleri ve ne zamana kadar yapması gerektiğini belirlemesi ve belirlediği zamana kadar bitirmek için neleri önce yapması gerektiği ile ilgili planlama yapmasının zaman

yönetimi olduğu söylenebilir (Claessens, Van Eerde, Rutt ve Roe, 2007) Zamanı yönetebilmek için listeler çıkarma plan yapma günlük tutma gibi teknikleri içerir (Boniwell, 2005).

Yapılan araştırmalarda Claessens, Van Eerde, Rutt ve Roe (2007) zaman yönetimi artan kişilerin stresinin azaldığı, Macan, Shahani, Dipboye, Philps (1990) zaman yönetimi yüksek olan öğrencilerin yaşam memnuniyetlerinin daha yüksek olduğu, Boniwell (2005) İnsanların zamanlarını sevdiği şeyleri, sorumluluklarına ve sonucunda ulaşacakları zafer hissine, Razali, Rusiman, Gan, WS ve Arbin (2018) zaman kaygılarına ayırmalarına göre mutluluk düzeyleri değiştiği, zaman yönetimi yapan kişilerin akademik başarısının da arttığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Kişinin hayatında karşılaştığı problemleri çözebilmesi için ihtiyacı olan becerilerinden biri o durumları çözebilecek başka yolların da olabileceğini fark etmesini ve bu yolları değerlendirmesini sağlayacak olan bilişsel esnekliktir (Aslan ve Türk, 2022). Erteleme davranışı hem normal hayatta hem de akademik hayatta sık sık karşılaşılan geciktirme eğilimidir (Ekşi ve Dilmaç, 2010). Genel erteleme davranışının alt boyutlarından olan akademik erteleme kişilerin son ana kadar bırakmasıyla daha çok stres olmasına sebep olmaktadır (Akbay ve Gizir, 2010). İnsanların yaptıkları işleri, etkinlikleri etkin bir şekilde planlaması ve bu yapacağı işlerden istediği verimi alabilmesi için zaman yönetimi son derece önemli bir olgudur denilebilir (Yıldız ve ark, 2022). Eğer kişi zamanını planlı bir şekilde kullanamazsa diğer işlerine ve kendisine vakit bulmakta zorlanacaktır ve bu da onun yorulmasına, dinlenmeye ve düşmeye vakit bulamamasına sebep olacak ve bu durumlar kişinin bir sonraki işlerindeki başarılarına da olumsuz bir etki bırakacaktır (Durmaz ve ark., 2016). Bu sebeple zaman yönetiminin önemi artmaktadır. Zaman yönetimi, yapılacak işleri bitirme ve hedefe ulaşabilme konusunda soyut ve akışkan olan zamanı verimli olarak kullanma çabası olarak tanımlanabilir (Demirtaş ve Özer, 2007). Bu araştırma da akademik ertelemede bilişsel esnekliğin bir etkisinin olup olmadığı ve olası bu etkide zaman yönetiminin aracı rolünün olup olmadığı incelenecek ve elde edilen bulgularla akademik ertelemeye yönelik önleyici çalışmalarda araştırmanın literatüre önemli katkıları olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bu araştırmada

1.Zaman yönetimi başarısı, bilişsel kontrol ve esneklikle akademik erteleme arasındaki ilişki anlamlı mıdır?

2.Bilişsel esneklik ile akademik erteleme seviyesi arası ilişkide zaman yönetiminin (planlama düzenleme bilinçlilik alt ölçeklerinin) çoklu aracı rolü nedir? Sorularına yanıtlar aranmıştır.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada bilişsel esneklik ve akademik erteleme arasındaki ilişkideki zaman yönetimi arayıcı rolünü incelemek için ilişkisel tarama yönetimi kullanılmıştır.

Araştırma Grubu

Araştırmanın evreni, İstanbul İli Bakırköy İlçesi Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı olan özel eğitim kurumlarında okumakta olan 14 yaş üstü 342 öğrenciden oluşturmaktadır. Araştırmada 220'si (%64.32) kadın, 122'si (%35.68) erkek toplamda 342 öğrenci yer almıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veriler çalışmaya yapan kişinin hazırladığı kişisel bilgi formu ve Bilişsel Kontrol ve Esneklik Ölçeği, Akademik Erteleme Ölçeği ve Zaman Yönetimi Ölçeğinden yararlanılmıştır. Çalışmada kullanılmış olan veri toplama araçları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Kişisel Bilgi Formu

Ölçekler farklı değişkenlere göre değerlendirilmesi için 6 sorudan oluşmuş olan bir kişisel bilgi anketi oluşturulmuştur. Bu ankette kişinin cinsiyeti, kişinin algıladığı gelir düzeyi, akademik not ortalaması, yaşı ve günlük sosyal medya kullanımı ile ilgili sorular sorulmuştur.

Bilişsel Kontrol, Esneklik Ölçeği: Gabrys, Tabri, Anisman ve Matheson (2018) tarafından tasarlanmış ve ölçeğin Türkçeye uyarlaması Demirtaş (2019) tarafından geçerlilik ve güvenirlilik analizleri yapılmıştır ve ölçek yedili likert (1, Hiç Katılmıyorum; 2, Çoğunlukla Katılmıyorum; 3, Biraz Katılmıyorum; 4, Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum; 5, Biraz Katılıyorum; 6, Çoğunlukla Katılıyorum; 7 Tamamen Katılıyorum) şeklindedir. Ölçekten alınabilecek toplam puan 54 ile 90 puan arasında olup puan arttıkça bilişsel esneklik artmaktadır. Ölçeğin Duygular Üzerinde Bilişsel Kontrol (2,4,7,8,11,14,15,16,18ve Değerlendirme Başa çıkma Esnekliği (1,3,5,6,9,10,12,13,17) olmak üzere iki alt boyutu vardır. Ölçeğin Uyum indeks değerleri (χ^2/sd = 2.63, NFI = .94, CFI = .96, GFI = .86, AGFI = .82, IFI = .96, SRMR = .07 ve RMSEA = .08) şeklindedir. Cronbach alfa ölçeği bütünü için .90, duygular üzerinde bilişsel kontrol alt boyutu .85 ve değerlendirme başa çıkma alt boyutu .91 şeklindedir.

Bu araştırma için 18 maddelik Bilişsel Kontrol ve Esneklik puanlarının Cronbach Alpa değeri tekrardan analizden geçirilmiş Bilişsel Kontrol ve Esneklik Ölçeğinin Cronbach Alpa değeri .85 Duygular Üzerinde Bilişsel Kontrol alt boyutu .86, Değerlendirme Başa çıkma Esnekliği alt boyutu .84 olduğu görülmüştür.

Akademik Erteleme Ölçeği: Akademik erteleme ölçeği Çakıcı (2003) tarafından hazırlanmış ve ölçek beşli likert (1, Beni Hiç Yansıtmıyor; 2, Beni Çok Az Yansıtıyor; 3, Beni Biraz Yansıtıyor; 4, Beni Çoğunlukla Yansıtıyor; 5, Beni Tamamen Yansıtıyor) şeklindedir. Ölçekten alınabilecek toplam puan 19 ile 95 arasında olup puan arttıkça akademik erteleme düzeyi de artmaktadır ve akademik erteleme ölçeğinin Cronbach alpha güvenirlik katsayısı .92 olarak bulunmuştur (Çakıcı, 2003).

Bu araştırma için 19 maddelik Akademik Erteleme puanlarının Cronbach Alpa değeri tekrardan analizden geçirilmiş Akademik Erteleme Ölçeğinin Cronbach Alpa değeri .90 olduğu görülmüştür. Bu ölçek sorularına ekler bölümünde 3.de yer verilmiştir.

Zaman Yönetimi Ölçeği: Zaman Yönetimi Ölçeği Erdoğdu ve İşler (2022) tarafından hazırlanmış olan ölçek dörtlü likert (Hiçbir Zaman, Nadiren, Sıklıkla, Her Zaman) şeklindedir. Ölçekten alınacak toplam puan 13 ve 52 puan aralığındadır puan arttıkça kişinin zaman yönetimi düzeyi artmaktadır. Ölçeğin sahip olduğu doğrulayıcı faktör analizinden ulaşılan GFI, AGFI ve CFI değerleri 0.90'dan büyük; RMSEA değerinin 0.5 altında olduğuna ulaşılmış olup ayrıca uyum indeks değerlerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu bulunmuştur. Ölçeğin Cronbach alpa değeri, planlama alt boyutu için .69; düzenleme alt boyutu için. 67; bilinçlilik

alt boyutu için .65, Zaman Yönetimi Ölçeği puanları için .80 olarak ölçülmüştür (Erdoğdu ve İşler, 2022).

Bu araştırma için 13 maddelik Zaman Yönetimi Ölçek puanlarının Cronbach Alpa değeri tekrardan analizden geçirilmiş Zaman Yönetimi Ölçeğinin Cronbach Alpa değeri .80, Planlama alt boyutu .68, Düzenleme alt boyutu .76 Bilinçlilik alt boyutu .55 olduğu görülmüştür. Bu ölçek sorularına ekler bölümünde 4.de yer verilmiştir.

Verilerin Toplanması

Araştırmadan ulaşılan veriler, 2024-2025 eğitim öğretim yılında alınmıştır. Araştırmada kullanılan bilişsel kontrol ve esneklik, akademik erteleme ve zaman yönetimi ölçekleri ölçek sahiplerinden mail üzerinden izin alınmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları hazırlanan kişisel bilgi formu da eklenerek Google Forms üzerinden çevrimiçi çözülebilir form haline getirilerek 14 yaş üstü öğrencilere yapılmıştır. Hazırlanan çevrimiçi anketin başında anketlerin nasıl doldurulacağı ile ilgili yönergelerde bulunup, araştırma sonuçlarının gizlilik esasına dayanarak saklanacağı ve gönüllülük esasıyla samimi cevaplanması için bilgi alışmıştır.

Verilerin Analiz Edilmesi

Araştırmadan ulaşılan verilerin analizini yapmak için SPSS 30 programından yararlanılmıştır. Araştırmanın veri seti istenen örneklem sayısına ulaşınca incelenmiş, uç değerler veri setinden çıkarılmış ve toplamda 342 öğrencinin verisine ulaşılmıştır. Ulaşılan puanların normallik değerine baktığımızda bilişsel kontrol ve esneklik ölçeğinde skewness (çarpıklık) değeri -.205 ile .137 aralığında kurtosis (basıklık) değeri -.153 ile .273 aralığındadır. Akademik erteleme ölçeğinde çarpıklık değeri .091 ile .137 arasında, basıklık değeri -.441 ile .273 aralığındadır. Zaman yönetimi ölçeği çarpıklık değeri -.059 ile .137 arasında, basıklık değeri -.512 ile .273 , zaman yönetimi alt boyutu olan planlama alt boyutunun çarpıklık değeri -.188 ile .137, basıklık değeri -.274 ile .273; düzenleme alt boyutunun çarpıklık değeri -.118 ile .137, basıklık değeri -.748 ile .273; bilinçlilik alt boyutunun çarpıklık değeri .005 ile .137, basıklık değeri -.400 ile .273 aralığında olduğuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelenirken çarpıklık basıklık değeri +3 ile -3 arasında olması (Farooq, 2016) gerekçesiyle normal dağılım olarak kabul edilmiştir. Araştırma için kullanışmış olan ölçekler için aritmetik ortalama ($\bar{x}$), yüzdelik (%), frekans (f) i standart sapma betimsel istatistikleri değerlendirmek için kullanılmıştır. ikili gruplar arasında bulunan farkın anlamlı olup olmadığını bulmak için ilişkisiz t Testi; İkiden fazla grup ortalaması olanlardan elde edilen değerlerin anlamlılığını test etmek için ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve homojenliği görmek için Scheffe Testi kullanılmıştır. Bulunan sonuçların anlamlı olup olmadığı anlayabilmek için $p<.05$ olarak alınmıştır (Büyüköztürk, 2016). Bilişsel kontrol ve esneklik ile akademik erteleme davranışı arasındaki ilişkide zaman yönetiminin çoklu aracı rolüne bakabilmek için Seri Çoklu Aracı Değişken (PROCESS Model 6) analizi kullanışmış, doğrudan dolaylı etkileri bulmak için bootstrap tekniğinden yararlanılmıştır (Hayes, 2009).

Bilişsel Esneklik ile akademik erteleme arasındaki ilişkide zaman yönetimi alt ölçeklerinin Zamanı planlama, zamanı düzenleme ile zamanı bilinçli yönetme çoklu aracılığına ilişkin analiz sonuçlarına Şekil 1'de yer verilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1: Bilişsel Kontrol ve Esneklik, Akademik Erteleme ve Zaman Yönetimi (Planlama, Düzenleme, Bilinçlilik) Ölçeklerine İlişkin Betimsel İstatistiklerin İncelenmesi

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Bilişsel Kontrol ve Esneklik	36.00	104.00	69.82	14.12
Akademik Erteleme	26.00	93.00	59.58	14,55
Zaman Yönetimi	22.00	51.00	35,85	5,82
Planlama	8.00	19.00	13.67	2.47
Düzenleme	4.00	16.00	10.09	2.99
Bilinçlilik	7.00	16.00	12.08	2.10

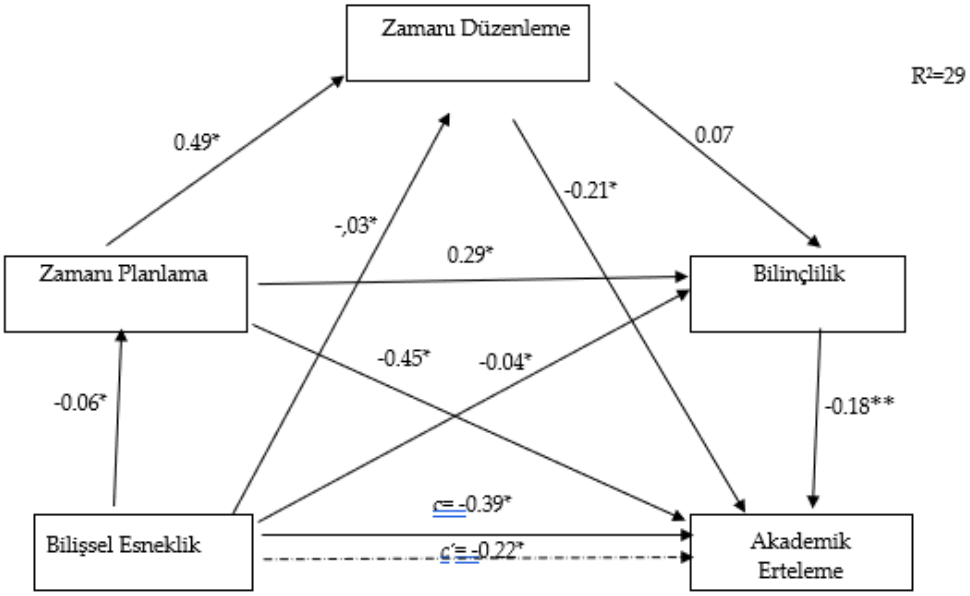
Tablo 4.1'de Bilişsel Kontrol ve Esneklik Ölçeğinin puanların aritmetik ortalaması 69.82, standart sapması 14,12'dir. Ölçekten alınmış olan puanların aralığı 36 ile 104 olduğu gözlemlenmiştir. Akademik Erteleme Ölçeğinin puanların aritmetik ortalaması 59.58, standart sapması 14.55'tir. Bunun ışığında 26 ve 93 aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Zaman Yönetimi Ölçeğinin ortalama puanı 35.85, standart sapması 5.82'dir. Ölçekten alınan 22 ile 51 olduğu gözlemlenmiştir. Zaman Yönetimi Ölçeğinin birinci alt ölçeği Planlama ortalaması 13.67, standart sapması 2.47'dir. Ölçekten elde edilebilecek en az 8, en çok 19 puan alınabilir. Zaman Yönetimi Ölçeğinin ikinci alt ölçeği Düzenleme puanlarının ortalaması 10.09 olarak , standart sapması 2.99 bulunmuştur. Ölçekten alınan en düşük puan 4, en yüksek puan 16 olduğu gözlemlenmiştir. Zaman Yönetimi Ölçeğinin üçüncü alt ölçeği Bilinçlilik puanlarının aritmetik ortalaması 12.08, standart sapması 2.10'dur. Ölçekten en az 7, en fazla 16 puan alınabilir.

Tablo 2 Bilişsel Esneklik ve Akademik Erteleme ile Zamanı Planlama, Zamanı Düzenleme ve Zamanı Bilinçli Yönetme Ölçek Puanları Arasındaki İlişkiler

Ölçekler	1	2	3	4	5
1.Bilişsel Esneklik	-				
2.Akademik Erteleme	-,40**	-			
3. Zamanı Planlama	-,34**	-,41**	-		
4.Zamanı Düzenleme	-,30	-,35**	,49**	-	
5. Zaman Bilinçlilik	-,37	-,40**	,48**	,33**	-

Bilişsel esneklik ile akademik erteleme (r= -,40, p <. 01), zamanı planlama (r= -,34, p <. 01) zamanı düzenleme (r= -,30, p <. 01) ve zamanı yönetmede bilinçlilik (r= -,37, p <. 01) ölçek puanları arasında negatif yönde anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Akademik erteleme ölçek puanları ile zamanı planlama (r= -,41, p <. 01) zamanı düzenleme (r= -,35, p <. 01) ve zamanı yönetmede bilinçlilik (r= -,40, p <. 01) ölçek puanları arasında da negatif yönde anlamlı ilişkiler bulunmaktadır.

Bilişsel Esneklik ile akademik erteleme arasındaki ilişkide zaman yönetimi alt ölçeklerinin Zamanı planlama, zamanı düzenleme ile zamanı bilinçli yönetme çoklu aracılığına ilişkin analiz sonuçlarına Şekil 1'de yer verilmiştir.



Şekil 1 Bilişsel Esneklik (BE) ile Akademik Erteleme (AE) arasındaki ilişki de zaman yönetimi alt boyutlarının çoklu aracılığı ve standardize edilmemiş beta değerleri . *p<.01, **p<.05

Şekil 1'de görüldüğü gibi bilişsel esneklik ölçek puanının akademik erteleme üzerindeki doğrudan etkisi (c= -.39, S_h= .04, t= 8,13, *p*<.01) anlamlı düzeydedir (Adım 1). Ayrıca bilişsel esneklik puanlarının aracı değişkenler olan zamanı planlama (B= -.06, S_h= .009, t= 6,75, *p*<.01), düzenleme (B= -.03, S_h= .01, t= 2,97, *p*<.01) ve bilinçlilik üzerindeki doğrudan etkileri (B= -.04, SH= .007, t= 4,44, *p*<.01) anlamlıdır (Adım 2).

Aracı değişkenlerin akademik erteleme üzerindeki doğrudan etkilerine bakıldığında zamanı planlama (B= -,45, S_h= .30, t= 3,12, *p*<.01) düzenleme (B= -,21, S_h= .25, t= 2,42, *p*<.01) ve bilinçlilik (B= -,18, S_h= .24, t= 3,40, *p*<.01) ölçek puanlarının akademik erteleme üzerindeki etkileri anlamlıdır (Adım 3). Bilişsel Esneklik ile bütün aracı değişkenler denkleme aynı anda alındığında (Adım 4) doğrudan etki açısından bilişsel esneklik ile ile akademik erteleme arasındaki ilişki azalmış ve bununla birlikte elde edilen değer istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur(*c'*= -,22, S_h= .04, t= 4,59, *p*<.01). Bu sonuca göre bilişsel esneklik ve akademik erteleme arasındaki ilişkide zaman yönetimi alt ölçek puanlarının aracılık rolü bulunmaktadır ve tüm değişkenler akademik erteleme üzerindeki varyansın %29'unu açıklamaktadır. Aracı değişkenlerden zamanı planlamanın akademik erteleme üzerindeki etkisi diğer aracı değişkenlerden daha yüksektir.

Tablo 4. 14: Bilişsel Esnekliğin Akademik Erteleme Üzerindeki Doğrudan ve Dolaylı Etkilerinin Zaman Yönetimi Alt Ölçekleri Aracılığıyla Karşılaştırılması

Model 1	BE	SE	t	95% BCa Confidence Interval	
				LLCI	ULCI
Toplam Etki	0.390	0.480	8,132	-0,001	-0.484
Doğrudan Etki	0.226	0.049	4,59	-0.001	-0.323
Dolaylı Etki	0,163	0,029		-0,029	-0,225
Dolaylı Etki1(BE→ZP→AE)	0.059	0.022		-0.105	-0.019
Dolaylı Etki2 (BE→ZD→AE)	0.018	0.010		-0.042	-0.001
Dolaylı Etki3 (BE→ ZB → AE)	0.039	0.014		-0.071	-0.014
Dolaylı Etki4 (BE→ ZP → $ZD \rightarrow AE$)	0.019	0.008		-0.041	-0.007
Dolaylı Etki5 (BE→ $ZP \rightarrow ZB \rightarrow AE$)	0.021	0.008		-0.030	-0.003
Dolaylı Etki6 (BE→ $ZD \rightarrow ZB \rightarrow AE$)	0.025	0.023		-0.008	-0.004
Dolaylı Etki7 (BE→ $ZP \rightarrow ZD \rightarrow ZB \rightarrow AE$)	0.025	0.001		-0.070	-0.007

Bootstrap örnek boyutu = 5000; BE Önyükleme etkisi, SE standart hatası, LLCI alt limit güven aralığı, ULCI üst limit güven aralığı. Bilişsel Esneklik (BE), Zamanı Planlama (ZP), Zamanı Düzenleme(ZD), Zamanda Bilinç (ZB), Akademik Erteleme (AE)

Araştırmadaki değişkenlerin dolaylı etkileri 5000 bootstrap örneklemi kullanılarak analiz edilmiş, tahminler %95 güven aralığında değerlendirilmiş, bias hataları giderilmiş ve düzeltilmiş sonuçlar Tablo 14'de gösterilmiştir. Tablo 14'de görüldüğü gibi toplam etki değerinin 0.390, doğrudan etki değerinin 0.226 olduğu görülmektedir. Birinci dolaylı etkiye bakıldığında Bilişsel esneklik (BE) zamanı planlama (ZP) aracılığı ile akademik erteleme (AE) üzerindeki etkisi anlamlıdır (bootstrap = 0. 059, %95 CI =-0,105, -0,019), ikinci dolaylı etki Bilişsel esnekliğin (BE) zamanı düzenleme (ZD) aracılığı ile akademik erteleme (AE) üzerindeki etkisi anlamlıdır (bootstrap = 0.018, %95 CI =-0,042, -0,001), üçüncü dolaylı etki Bilişsel esnekliğin (BE) zamanı yönetmede bilinçlilik (ZB) aracılığı ile akademik erteleme (AE) üzerindeki etkisi anlamlıdır (bootstrap = 0.039, %95 CI = -0,071, -0,014), dördüncü dolaylı etki Bilişsel esnekliğin (BE) zamanı planlama ve zamanı düzenleme aracılığı ile akademik erteleme üzerindeki etkisi anlamlıdır (bootstrap = 0.019, %95 CI =-0,041, -0,007), beşinci dolaylı etkide Bilişsel esnekliğin (BE) zamanı planlama, zamanı bilinçli yönetme aracılığı ile akademik erteleme üzerindeki etkisi anlamlıdır (bootstrap = 0.021, %95 CI =-0,030, -0,003), altıncı dolaylı etkide Bilişsel esnekliğin (BE) zamanı düzenleme, zamanı bilinçli yönetme aracılığı ile akademik erteleme üzerindeki etkisi anlamlıdır (bootstrap = 0.025, %95 CI =-0,008, -0,004). Son olarak yedinci dolaylı etkisi Bilişsel esnekliğin (BE) , zamanı planlama, zamanı düzenleme, zamanı bilinçli yönetme aracılığı ile akademik erteleme üzerindeki etkisi önemlidir (bootstrap = 0.025, %95 CI = -0,070, -0,007).

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilişsel esneklik ile akademik erteleme zamanı planlama zamanı düzenleme ve zamanı yönetmede bilinçlilik alt ölçek puanları arasında negatif yönde anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Akademik erteleme ölçek puanları ile zamanı planlama zamanı düzenleme ve zamanı yönetmede bilinçlilik alt ölçek puanları arasında da negatif yönde anlamlı ilişkiler bulunmaktadır.

Bilişsel esneklik düzeyleri ile akademik erteleme davranışı arasında yapılan araştırmalara baktığımızda aralarında bu araştırmada olduğu gibi negatif bir ilişki olduğu gözlenmiştir (Dinç, Yüksel ve Sayın, 2020: 202; Güler, 2017: v). Sağar ve Ateş (2021: 679) Köker (2024: 3) yapmış

olduğu araştırmada öz yeterlilik ve bilişsel esneklik seviyesinin artışında pozitif yönde bir ilişki olduğunu, Demir (2024: vi); Doğar ve Filiz (2020: 857) yaptığı araştırma bulgularında akademik erteleme davranış seviyesindeki artışla bilişsel esneklik seviyesinin negatif ilişkide olduğunu bulmuştur. Bilişsel esnekliğin kişilerin karşılaştıkları olaylara karşı duygu ve düşüncelerini düzenlemesiyken akademik erteleme davranışı kişinin kendini yetersiz hissetmesi ya da istediği kadar mükemmel olmayacağını düşündüğü bir olayı ve göre ertelemesidir. Bir kişi veya öğrencinin bilişsel esnekliği yüksekse kişinin özyeterlilik duygusu da yüksek olabilir ve yapacağı işten duyduğu rahatsızlığı ve erteleme isteğini düşüncelerini düzenleme seviyesi yüksek olduğu için erteleme davranışından vazgeçme durumunun yüksek olduğu düşünülerek açıklanabilir. Yapılmış olan bu çalışmada da bilişsel esnekliği yüksek olan kişilerin bu erteleme güdüsünü kontrol edip daha az akademik erteleme davranışında bulunduğu gözlenmiştir.

Yapılan araştırmalara bakıldığında zaman yönetiminde başarılı olabilen kişilerin işlerini sorumluluklarını ve görevlerini ertelemediği bunu eğitim için olan görev ve sorumluluklarında da gösterdikleri bulunmuştur (Easter ve Schommer-Aikins, 2018: 112; Arıbaş, 2021: 46; Shih, 2017: 415; Hatun, Roşanisefat ve Azizi, 2021; Kadafi ve Asri, 2024: 11). Farklı araştırmalara bakıldığında Engin ve Yardım (2022: 347); Tanrıkulu (2021) zaman yönetiminde başarılı olan bireylerin düşük seviyede akademik erteleme sıklığı gösterdiği gözlenmiştir.

Alan yazım ve yapılan çalışmalar incelenildiğinde bu araştırmayla benzer bulgulara ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Kişi ne zaman ne yapacağını, hangi sürede ne şekilde yapacağını bilirse ve buna göre bir planlama veya listeleme yaparsa o kişi onun dışına çıkmamaya çalışırken ertelemeyi aza indirebilir. Çünkü her şeyin yapılacağı şey düzenli ve bir zamana aittir. Araştırmanın da sonucu göz önünde bulundurularak öncelikler ve acil yapılması gereken işler belli olduğu için görevler ve kişinin sorumlu olduğu işler çok daha az ertelenir denilebilir.

Literatür incelendiğinde çıkan sonuç yapılan araştırmayla benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Zaman yönetiminin (planlama, düzenleme ve bilinçlilik) bilişsel kontrol ve esneklik düzeylerinin akademik erteleme arasındaki ilişkiyi güçlendirdiği söylenebilmektedir.

Bilişsel kontrol ve esneklik ile akademik erteleme arasındaki ilişkide zaman yönetimi alt boyutlarının (zamanı planlama, zamanı düzenleme ve zamanı yönetme alt boyutlarının) çoklu aracı rolü bakılmış olup ve bu sonucunda aracı olan değişkenlerin akademik erteleme davranışı üzerinde aracılık rolünün olduğu sonucuna varılmaktadır. Bunun yanı sıra çalışma modelin tamamının anlamlı olduğunu ve akademik erteleme davranışı üzerindeki toplam varyansın % 29'unu açıkladığı görülmektedir.

Daha önce yapılmış araştırmalarda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Anlar ve Ünver (2024) yaptıkları araştırmada bilişsel esnekliğin dolaylı ve doğrudan erteleme davranış sıklığını öngördüğü sonucuna varmıştır. Akram ve arkadaşları (2025) bilişsel esnekliğin, akademik erteleme davranış düzeyiyle sosyal medya bağımlılığı arasında olan ilişkide anlamlı aracı role sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yang ve arkadaşları (2022) yaptığı araştırmada akıllı telefon ile akademik erteleme davranışlarının arasında olan zaman yönetimin aracılığının anlamlı olduğuna ulaşmıştır. Zhao ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan araştırmada anne ve babanın özerklik konusundaki desteğin akademik erteleme ilişkisinde zaman yönetiminin aracılığı anlamlı çıkmıştır. Hussain ve arkadaşları (2017) araştırmasında bilişsel stratejilerle erteleme davranışı arasında zaman yönetiminin aracılığının anlamlı olduğunu gözlemektedir.

KAYNAKÇA

Akbay, S., ve Gizir, C. (2010). Cinsiyete göre üniversite öğrencilerinde akademik erteleme davranışı: akademik güdülenme, akademik özyeterlik ve akademik yükleme stillerinin rolü. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 60-78.

Anderson, C. M.,Martin, M. M, Thweatt, K.S. (1998). Aggressive communication traits and their relationships with the cognitive flexibility scale and the communication flexibility scale. *Journal of Social Behavior and Personality*, 13(3), 531-540.

Arıbaş, A. N. (2021). The relationship of time management and academic procrastination: A case of university students. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (46), 214-224.

Asıcı, E., ve İkiz, F. (2015). Mutluluğa giden bir yol: Bilişsel esneklik. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(35), 191-211.

Aslan, Ş., ve Turk, F. (2022). Bilişsel esneklik ve psikolojik esneklik kavramlarının karşılaştırılması. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 14(1), 119-130.

Asri, D. N., ve Kadafi, A. (2024). Effects of self-instruction and time management techniques in group counseling to reduce academic procrastination. *Jurnal Kajian Bimbingan Dan Konseling*, 5(3), 11.

Ateş, B, ve Sağar, M. E. (2021). Üniversite öğrencilerinde öz-yeterliğin yordayıcısı olarak bilişsel esneklik, duygu düzenleme becerileri ve psikolojik sağlamlık. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(3), 679-695.

Boniwell, I. (2005). Zaman yönetiminin ötesinde: Zaman perspektifi ve algılanan zaman kullanımıyla ilgili en son araştırmaların, müşterilere zamanla ilgili endişelerinde nasıl yardımcı olabileceği. *Uluslararası Kanıta Dayalı Koçluk ve Mentorluk Dergisi*, 3 (2).

Brownlow, S., ve Reasinger, R. D. (2000). Putting off until tomorrow what is better done today: academic procrastination as a function of motivation toward college work. *Journal of Social Behavior ve Personality*, 15(5).

Buttelmann, F., ve Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in psychology*, 8, 258078.

Büyüköztürk, Ş. (2016). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı. Ankara: *Pegem Yayıncılık.*

Canas, J. J., Fajardo, I., ve Salmeron, L. (2006). Cognitive flexibility. *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 1(3), 297-301.

Claessens, B. J., Van Eerde, W., Rutte, C. G., ve Roe, R. A. (2007). A review of the time management literature. *Personnel review*, 36(2), 255-276.

Çakıcı, D. Ç. (2003). *Lise ve üniversite öğrencilerinde genel erteleme ve akademik erteleme davranışının incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.

Dağ, İ., ve Gülüm, V. (2013). Yetişkin Bağlanma Örüntüleri ile Psikopatoloji Belirtileri Arasındaki İlişkide Bilişsel Özelliklerin Aracı Rolü: Bilişsel Esneklik. *Turk Psikiyatri Dergisi*, 24(4).

Dajani, D. R., ve Uddin, L. Q. (2015). Demystifying cognitive flexibility: Implications for clinical and developmental neuroscience. *Trends in neurosciences*, 38(9), 571-578.

Demir, S. (2024). *Lise öğrencilerinde akıllı telefon bağımlılığı ile akademik erteleme davranışı ve akademik öz yeterlilik arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Demirtaş, A. S. (2019). Stresli durumlarda bilişsel kontrol ve bilişsel esneklik: Bir ölçek uyarlama çalışması. *Psikoloji Çalışmaları*, 39(2), 345-368.

Demirtaş, H., ve Özer, N. (2007). Öğretmen adaylarının zaman yönetimi becerileri ile akademik başarısı arasındaki ilişkisi. *Eğitimde Politika Analizleri ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 34-47.

Durmaz, M., Hüseyinli, T., ve Güçlü, C. (2016). Zaman yönetimi becerileri ile akademik başarı arasındaki ilişki. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(7), 2291-2303.

Ekşi, H., ve Dilmaç, B. (2010). Üniversite öğrencilerinin genel erteleme, karar vermeyi erteleme ve akademik erteleme düzeylerinin sürekli kaygı açısından incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 433-450.

Erdoğdu, M. Y. ve İşler, A. A (2022). Zaman yönetimi ölçeğinin (zayö) geliştirilmesi ve psikometrik niteliklerin saptanması. *29 Ekim Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu Kongre Kitabı*.

Farooq, R. (2016). Role of structural equation modeling in scale development. *Journal of Advances in Management Research*, 13(1).

Filiz, B., ve Doğar, Y. (2021). Beden eğitimi öğretmeni adaylarinin akademik erteleme eğilimlerinin öz düzenleme becerileri ve öz yeterliklerine etkisi. *Milli Eğitim Dergisi,* 50 (230), 857-872.

Gabrys, R. L., Tabri, N., Anisman, H. ve Matheson, K. (2018). Cognitive control and flexibility in the context of stress and depressive symptoms: The Cognitive Control and Flexibility Questionnaire. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-19. http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02219

Hayes, A. F. (2009). Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. *Communication monographs*, 76(4), 408-420.

He, S. (2017). A multivariate investigation into academic procrastination of university students. *Open Journal of Social Sciences*, 5(10), 12.

Hen, M. ve Goroshit, M. (2020). Karar verme ve akademik ertelemenin öğrencilerin akademik ertelemeye yönelik duyguları üzerindeki etkileri. *Güncel Psikoloji*, 39 (2), 556-563.

Imran, M., Akram, F., Rabbani, A., ve Kalim, M. (2025). Social Media Addiction and Academic Procrastination with Mediating Role of Cognitive Flexibility among University Students. *Journal of Asian Development Studies*, 14(1), 1704-1712.

Kandemir, M. (2014). Akademik erteleme davranışını açıklayıcı bir model. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi* 4.3: 51-72.

Köker, S. N. (2024). *Bilişsel esneklik ve öz yeterlik düzeyinin kariyer uyum yeteneği üzerindeki etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisan Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Lee, E. (2005). Motivasyon ve akış deneyiminin üniversite öğrencilerinde akademik ertelemeye olan ilişkisi. *Genetik Psikoloji Dergisi*, 166 (1), 5-15.

Liu, F., Xu, Y., Yang, T., Li, Z., Dong, Y., Chen, L., ve Sun, X. (2022). The mediating roles of time management and learning strategic approach in the relationship between smartphone addiction and academic procrastination. *Psychology Research and Behavior Management*, 2639-2648.

Liu, F., Xu, Y., Yang, T., Li, Z., Dong, Y., Chen, L., ve Sun, X. (2022). The mediating roles of time management and learning strategic approach in the relationship between smartphone

addiction and academic procrastination. *Psychology Research and Behavior Management*, 2639-2648.

Macan, T. H., Shahani, C., Dipboye, R. L., ve Phillips, A. P. (1990). College students' time management: Correlations with academic performance and stress. *Journal of educational psychology*, 82(4), 760.

Martin, M. M., ve Anderson, C. M. (1998). The cognitive flexibility scale: Three validity studies. *Communication Reports*, 11(1), 1-9.

Martin, M. M., ve Rubin, R. B. (1995). A new measure of cognitive flexibility. *Psychological reports*, 76(2), 623-626.

McCloskey, J., ve Scielzo, S. A. (2015). Finally!: The development and validation of the academic procrastination scale. *Manuscript submitted for publication*.

Özer, A., ve Altun, E. (2011). Üniversite öğrencilerinin akademik erteleme nedenleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(21), 45-72.

Patrzek, J., Sattler, S., van Veen, F., Grunschel, C., ve Fries, S. (2015). Investigating the effect of academic procrastination on the frequency and variety of academic misconduct: a panel study. *Studies in Higher Education*, 40(6), 1014-1029.

Powell, E. M., ve Ragozzino, M. E. (2017). Cognitive flexibility: Development, disease and treatment. *Neuroscience*, 345, 1-2.

Prado, VF, Janickova, H., Al-Onaizi, MA ve Prado, MA (2017). Bilişsel esneklikte kolinerjik devreler. *Sinirbilim* , 345 , 130-141.

Razali, S, Rusiman, MS, Gan, WS ve Arbin, N. (2018). The impact of time management on students' academic achievement. *Journal of Physics: Conference Series*, 995, 012042.

Roshanisefat, S., Azizi, S. M., ve Khatony, A. (2021). Investigating the relationship of test anxiety and time management with academic procrastination in students of health professions. *Education Research International*, 2021(1), 1378774.

Rothblum, E. D., Solomon, L. J., ve Murakami, J. (1986). Affective, cognitive, and behavioral differences between high and low procrastinators. *Journal Of Counseling Psychology*, 33(4), 387.

Saplavska, J., ve Jerkunkova, A. (2018, May). Academic procrastination and anxiety among students. *In 17th International Scientific Conference Engineering for Rural Developmen*t, (23).

Scher, S. J., ve Osterman, N. M. (2002). Procrastination, conscientiousness, anxiety, and goals: Exploring the measurement and correlates of procrastination among school-aged children. *Psychology in the Schools*, 39(4), 385-398.

Schommer-Aikins, M. ve Easter, M. (2018). Çevrimiçi dersler alan öğrenciler arasında bilişsel esneklik, erteleme ve kapanış ihtiyacının çevrimiçi kendi kendine yönlendirilen öğrenmeyle bağlantısı. *İşletme ve Eğitim Liderliği Dergisi* , 8 (1), 112-123.

Schraw, G., Wadkins, T., ve Olafson, L. (2007). Doing the things we do: a grounded theory of academic procrastination. *Journal Of Educational Psychology*, 99(1), 12.

Shih, S. S. (2017). Factors related to Taiwanese adolescents' academic procrastination, time management, and perfectionism. *The Journal of Educational Research*, 110(4), 415-424.

Solomon, L. J., ve Rothblum, E. D. (1984). Academic procrastination: Frequency and cognitive-behavioral correlates. *Journal of Counseling Psychology*, 31(4), 503–509. doi:10.1037/0022-0167.31.4.503

Steel, P. ve Klingsieck, KB (2016). Akademik erteleme: Psikolojik öncüllerin yeniden ele alınması. *Avustralyalı Psikolog* , 51 (1), 36-46.

Svartdal, F., Dahl, TI, Gamst-Klaussen, T., Koppenborg, M. ve Klingsieck, KB (2020). Çalışma ortamları akademik ertelemeyi nasıl teşvik ediyor: Genel bakış ve öneriler. *Psikolojide Sınırlar* , 11 , 540910.

Tan, C. X., Ang, R. P., Klassen, R. M., Yeo, L. S., Wong, I. Y., Huan, V. S., ve Chong, W. H. (2008). Correlates of academic procrastination and students' grade goals. *Current Psychology,* 27, 135-144.

Tanrıkulu, M. (2021). *Ergenlere yönelik akademik erteleme davranışıyla baş etme programının geliştirilmesi ve bazı değişkenler açısından incelenmesi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Tchanturia, K., Anderluh, MB, Morris, RG, Rabe-Hesketh, S., Collier, DA, Sanchez, P. ve Treasure, JL (2004). Anoreksiya nervoza ve bulimia nervozada bilişsel esneklik. *Uluslararası Nöropsikolojik Derneği Dergisi* , 10 (4), 513-520.

Tuckman, B. W. (2005). Relations of academic procrastination, rationalizations, and performance in a web course with deadlines. *Psychological reports,* 96(3), 1015-1021.

Ünver, B., ve Anlar, A. (2024). Benliğin Ayrımlaşması ve Bilişsel Esnekliğin Nevrotizm ile Genel Erteleme Davranışı Arasındaki Sıralı Aracılık Etkisi: Kesitsel Bir Çalışma. *Turkiye Klinikleri Journal of Health Sciences/Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(4).

Yardım, T., ve Engin, G. (2022). Sınıf eğitimi öğretmen adaylarının akademik erteleme davranışları ve zaman yönetim becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 24(1), 347-368.

Yıldız, B., ve Aslan, H. (2020). Öğretmenlerin psikolojik iyi oluşları ile erteleme davranışları arasındaki ilişki. *Akademik Platform Eğitim ve Değişim Dergisi,* 6(2), 246-278.

Yu, Y., Yu, Y., ve Lin, Y. (2020). Kaygı ve depresyon dürtüselliği şiddetlendirir: bilişsel esnekliğin aracılık eden ve düzenleyici rolü. *Psikoloji, Sağlık ve Tıp* , 25 (1), 25-36.

Yüksel, M. Y., Sayın, M., ve Dinç, S. (2020). Lise öğrencilerinin akademik erteleme davranışlarının yordanmasında bilişsel esneklik ve ruminasyonun etkisi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi,* 202-218.

Zayed, A. M. (2024). Academic self-efficacy and its relationship to academic competitiveness, academic procrastination, and cognitive flexibility among undergraduate students. *International Journal of Higher Education,* 13(1), 1-57.

Zhao, W., Wang, X., Li, J., Li, Q., ve Chen, C. (2022). "Zaman benim hazinemdir": Çinli ergenler arasında ebeveyn özerkliği desteği ve akademik erteleme. *Psikoloji Araştırmaları ve Davranış Yönetimi* , 2773-2782.

ESTETİK DİŞ HEKİMLİĞİNDE DENTAL FOTOĞRAFÇILIĞIN ÖNEMİ: KLİNİK VE TEKNİK YAKLAŞIMLAR

THE IMPORTANCE OF DENTAL PHOTOGRAPHY IN AESTHETIC DENTISTRY: CLINICAL AND TECHNICAL APPROACHES

Uzm. Dt. Sümeyye YILMAZ

İnegöl Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi

ORCID ID: https://orcid.org /0000-0002-9030-5179

ÖZET:

Günümüzde dental fotoğrafçılık, estetik diş hekimliğinin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir. Her ne kadar fotoğrafçılığın diş hekimliği uygulamalarına birçok katkısı bulunsa da temel amacı, intraoral bölgedeki klinik bulguların doğru ve yüksek çözünürlükte belgelenmesi yoluyla teşhis ve tedavi planlamasına katkı sağlamaktır. Bu yüksek kaliteli görüntüler; hasta-hekim iletişimini güçlendirmekte, hasta motivasyonunu artırmakta, multidisipliner tedavi yaklaşımlarını kolaylaştırmakta, laboratuvar iletişimini optimize etmekte ve vaka dokümantasyonunu sistematik hale getirmektedir.

Dental fotoğrafçılıkta başarılı sonuçlar elde etmek için temel fotoğrafçılık kavramlarının anlaşılması, kullanılan ekipmanın (kamera, lens, flaş) teknik yeterliliklerinin bilinmesi ve manuel modda doğru ayarların (f-stop, ISO, magnifikasyon oranı vb.) yapılabilmesi gerekmektedir. Özellikle doğru pozlama, net odaklama, uygun alan derinliği ve renk doğruluğu gibi unsurlar, estetik vakaların bilimsel ve görsel açıdan etkili sunumu açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu sunumda, dental fotoğrafçılıkta kullanılan ekipmanlar, önerilen teknik ayarlar, klinik pozisyonlandırma stratejileri, uygulama sırasında karşılaşılan başlıca zorluklar ve bu zorluklara yönelik pratik çözüm önerileri ele alınmaktadır. Ayrıca standart protokollere bağlı kalınarak elde edilen görüntülerin bilimsel yayınlarda ve klinik sunumlarda nasıl kullanılabileceği tartışılmaktadır.

Sonuç:

Dental fotoğrafçılık, estetik ve fonksiyonel diş tedavilerinin hem değerlendirilmesi hem de belgelenmesinde temel bir araçtır. Klinik başarıyı objektif olarak göstermek ve hasta iletişimini güçlendirmek isteyen her diş hekiminin, temel düzeyde fotoğrafçılık bilgisine ve uygulama becerisine sahip olması, günümüz estetik diş hekimliği pratiğinin gerekliliklerinden biridir.

Anahtar Kelimeler:

Dental fotoğrafçılık, estetik diş hekimliği, intraoral görüntüleme, tedavi planlaması, klinik dokümantasyon, hasta iletişimi

Abstract:

Nowadays, dental photography has become an indispensable component of aesthetic dentistry. Although photography contributes in many ways to dental practice, its primary purpose is to accurately document clinical findings in the intraoral region with high resolution, thereby aiding

diagnosis and treatment planning. These high-quality images strengthen patient-dentist communication, increase patient motivation, facilitate multidisciplinary treatment approaches, optimize communication with the laboratory, and systematize case documentation.

To achieve successful results in dental photography, it is essential to understand fundamental photography concepts, be familiar with the technical capabilities of the equipment used (camera, lens, flash), and correctly set manual settings such as f-stop, ISO, and magnification ratio. Particularly, correct exposure, sharp focus, adequate depth of field, and accurate color rendition are crucial for the effective scientific and visual presentation of aesthetic cases.

This presentation discusses the equipment used in dental photography, recommended technical settings, clinical positioning strategies, common challenges encountered during practice, and practical solutions to these challenges. Additionally, the usability of images obtained by adhering to standard protocols in scientific publications and clinical presentations is emphasized.

Conclusion:

Dental photography is a fundamental tool for both the evaluation and documentation of aesthetic and functional dental treatments. It is now a clinical necessity for every dentist who wishes to objectively demonstrate clinical success and strengthen patient communication to have basic knowledge and practical skills in dental photography.

Keywords:

Dental photography, aesthetic dentistry, intraoral imaging, treatment planning, clinical documentation, patient communication

GİRİŞ

Dental fotoğrafçılık, günümüzde estetik diş hekimliğinin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir. Dental fotoğrafçılığın temel amacı: klinik uygulamalarda intraoral bölgenin buğularını objektif bir biçimde belgeleyerek uygun teşhis ve tedavi planının yapılmasını sağlamaktır. Bunun yanı sıra klinik uygulamalara dental fotoğrafçılığın entegrasyonun pek çok avantajı bulunmaktadır. Dental fotoğraflar, yalnızca estetik değerlendirmelerde değil, aynı zamanda hasta takibi, iletişimi, akademik sunumlar ve hukuki belgeler açısından da önemli bir yer tutmaktadır[1]. Bununla birlikte, yüksek kalitede ve yüksek çözünürlükte elde edilen dental görüntüler, klinik uygulamalara çok yönlü katkılar sağlamaktadır. Bu görüntüler aracılığıyla hastalara sunulan tedavi seçenekleri daha anlaşılır ve görsel olarak desteklenmiş bir biçimde aktarılmakta, bu da hasta-hekim iletişiminin güçlenmesini ve hastanın tedaviye yönelik motivasyonunun artmasını sağlamaktadır. Ayrıca dental fotoğrafçılık, farklı uzmanlık alanları arasında daha etkili bir iş birliğini teşvik ederek multidisipliner tedavi yaklaşımlarının uygulanabilirliğini artırmaktadır. Aynı şekilde laboratuvarlarla kurulan iletişimde de görsel materyaller, beklentilerin daha net aktarılmasını mümkün kılarak protetik ve estetik sonuçların kalitesini artırmaktadır. Bu görüntüler, aynı zamanda vaka dokümantasyonunun sistematik bir biçimde oluşturulmasına olanak tanırken, hekimin gerçekleştirdiği uygulamaların kayıt altına alınmasını sağlayarak hukuki açıdan da koruyucu bir rol üstlenmektedir[2,3].

Dental fotoğrafçılığın sunduğu tüm avantajlardan etkin bir şekilde yararlanabilmek için hem sert hem de yumuşak dokuların ayrıntılı ve doğru bir biçimde kaydedilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu ayrıntıların eksiksiz olarak belgelenebilmesi için, dental fotoğraflarda bulunması gereken iki temel teknik özellik öne çıkmaktadır: doğru renk sunumu ve yüksek

çözünürlük. Renk sunumu, bir dişin insan gözüyle algılanan renginin fotoğrafa en doğru şekilde yansıtılmasını ifade eder ve böylece çok ince yapısal detay ve değişikliklerin değerlendirilmesine olanak tanır. Aynı şekilde sağlıklı ve hastalıklı yumuşak dokular arasındaki ayrımlar da doğru renk aktarımı sayesinde açıkça gözlemlenebilir. Yüksek çözünürlük ise, bu ince detayların net ve keskin bir şekilde görüntülenmesini sağlayarak klinik değerlendirme ve tanı doğruluğunu artırmaktadır[4].

Bu derlemenin amacı, dental fotoğrafçılığın estetik diş hekimliği başta olmak üzere çeşitli klinik uygulamalardaki yerini kapsamlı bir şekilde inceleyerek, güncel bilgi ve teknik yaklaşımlar doğrultusunda bu alandaki artan önemini ortaya koymaktır. Dental görüntülemenin; teşhis ve tedavi planlamasından hasta iletişimi, multidisipliner iş birliği ve laboratuvar süreçlerine kadar uzanan geniş bir yelpazede sağladığı katkılar sistematik olarak ele alınmıştır. Ayrıca, dental fotoğrafların klinik açıdan anlamlı ve tekrarlanabilir olabilmesi için gerekli olan temel çekim kriterlerine—doğru pozisyonlandırma, uygun ışık kullanımı, sabit odaklama ve yüksek çözünürlüklü görüntü elde etme gibi teknik unsurlara—da değinilmiştir. Bu kapsamda, dental fotoğrafçılığın yalnızca estetik değerlendirme aracı değil, aynı zamanda tanı, tedavi takibi ve mesleki dokümantasyon açısından da stratejik bir rol üstlendiği vurgulanmaktadır.

TEMEL FOTOĞRAF BİLGİLERİ

Fotoğraf Nedir?

"Fotoğraf" kelimesi, Yunanca kökenli olup "foto" ışık ve "grafi" yazı anlamına gelmektedir. Bu bağlamda fotoğraf, "ışıkla yazmak" ya da "ışığın kaydı" anlamını taşımaktadır. Teknik olarak fotoğraf, görüntülerin özel bir aygıt olan fotoğraf makinesi aracılığıyla ışık yardımıyla film üzerine ya da dijital ortama kaydedilmesi sürecidir. Işığın, bir yüzey üzerine düşerek oradaki görüntüyü sabitlemesi esasına dayanan bu süreç, hem sanatsal hem de bilimsel alanlarda görsel belgeleme aracı olarak önemli bir yer edinmiştir [5].

Fotoğraf Makinelerinin Başlıca Bölüm ve Özellikleri

Makine Gövdesi

Fotoğraf makinesi gövdesi, ışığın kontrolünü ve görüntünün kaydını sağlayan temel yapıdır. Kompakt makinelerde objektifle bütünleşik olan bu yapı, SLR makinelerde objektiften bağımsızdır. Gövde, makinenin kontrol merkezidir; ayar düğmeleri ve gösterge paneli bu bölümde yer alır. Mekanik ve elektronik modeller arasında donanım farklılıkları bulunur. Diyafram ve enstantane ayarları değiştirilerek sensöre ulaşan ışık miktarı da ayarlanabilir[6].

Diyafram

Diyafram, objektif içerisindeki iris mekanizması aracılığıyla kameraya giren ışık miktarını kontrol eden açıklıktır. Diyafram değeri, lens açıklığı çapının odak uzaklığına oranıyla belirlenir ve f sayısı ile ifade edilir. Değer arttıkça açıklık daralır, sensöre ulaşan ışık miktarı azalır. Diyafram, ışık kontrolünün yanı sıra alan derinliğini de etkiler; küçük diyafram açıklıkları (büyük f değerleri) daha geniş bir alan derinliği sağlar. Bu nedenle intraoral fotoğrafçılıkta, tüm yapıların net bir şekilde görüntülenebilmesi için genellikle küçük diyafram açıklıkları tercih edilir[7].

Enstantane (Pozlama Süresi)

İyi bir fotoğraf için, kameraya giren ışığın miktarı ve ışığın sensör üzerinde kalma süresi doğru şekilde ayarlanmalıdır. Diyafram ışık miktarını kontrol ederken, enstantane hızı ışığın film veya sensör yüzeyinde kalma süresini belirler. Enstantane hızı, deklanşörün açık kaldığı süre olup genellikle saniyenin kesirleri şeklinde ifade edilir. Uzun enstantane süreleri görüntüde bulanıklığa neden olabilir. Dijital kameraların çoğu, diyafram öncelikli modda enstantane hızını otomatik olarak ayarlar. Ancak dental fotoğrafçılıkta, geniş alan derinliği için küçük diyafram açıklığı ve net görüntü için yeterince hızlı enstantane hızı kullanılması önemlidir[8].

Objektif

Fotoğraf makinesinin ön kısmında yer alan objektif, görüntülerin film veya sensör üzerine net şekilde düşmesini sağlayan mercekler bütünüdür (Bengel, 2006). Dental fotoğrafçılıkta diş, dişeti ve çevre dokuların detaylı görüntülenebilmesi için, çekim ile hasta arasında uygun mesafeyi koruyabilen makro lensler tercih edilmektedir. Diş hekimliğinde ise 100-105 mm sabit odak uzaklığına sahip makro lensler yeterli büyütme ve çalışma mesafesini ideal olarak sunar. Lens kalitesi ise görüntünün keskinliği ve netliği üzerinde belirleyici rol oynar[9].

Kamera Sistemleri ve Hangi Kamera Seçimini Yapmalıyız?

Dental fotoğrafçılıkta doğru teşhis, dijital gülüş tasarımı ve güvenilir iletişim için distorsiyonsuz, kalibre edilmiş ve tekrarlanabilir görüntüler elde etmek gerekmektedir[10].

Kullanılacak kamera ve ekipman seçimi ise önemli bir konudur. Akıllı telefonlar, point-and-shoot kameralar ve DSLR kameralar dental fotoğrafçılıkta tercih edilen cihazlar arasında yer alır[11,12]. Ancak, DSLR kameralar makro kapasite ve görüntü kalitesi açısından altın standart olarak kabul edilmektedir. Point-and-shoot kameralar makro çekim yapamadıkları için dental görüntülerde yeterli odaklama sağlayamamaktadır [13]. Akıllı telefonlar ise özellikle çoklu kamera sistemine sahip modellerde gelişmiş görüntü kalitesi sunmakla birlikte, DSLR kalitesine ulaşmak için Smile Lite MDP gibi ışık düzenleyicilerle desteklenmektedir[11]. Bu cihazlar, 5500 K sabit ışık sağlayarak taşınabilir ve ekonomik bir çözüm sunmaktadır.

Dental Fotoğrafçılık için Bilinmesi Gereken Bazı Temel Bilgiler

Fotoğrafçılığa ait temel kavramların bilinmesi ve bu unsurların doğru bir biçimde uygulanması; görüntü netliğini, renk doğruluğunu, alan derinliğini ve genel fotoğraf kalitesini doğrudan etkileyerek tanı, tedavi planlaması ve akademik dokümantasyon açısından klinik değeri yüksek fotoğrafların elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda, doğru pozisyonlama, ışık kullanımı ve kompozisyon gibi teknik unsurların yanı sıra, manuel modda yapılan çekimlerde F-stop (diyafram açıklığı), ISO (ışık hassasiyeti) ve büyütme oranı (magnifikasyon) gibi parametrelerin doğru bir şekilde ayarlanması gerekmektedir[12].

Histogram: Histogram, bir görüntünün tonal değerlerinin ve pozlamasının grafiksel temsilidir. Görüntüdeki piksel yoğunluklarının dağılımını göstererek, resmin çok parlak, orta tonlarda veya çok koyu olup olmadığı hakkında bilgi sağlar[8].

Odak Uzaklığı: Odak uzaklığı, bir lensin büyütme gücünü belirleyen temel parametredir. Odak uzaklığı arttıkça büyütme oranı yükselir; buna karşılık, odak uzaklığı değeri küçüldükçe fotoğrafçının çekim yaptığı nesneye yaklaşma mesafesi azalır. Bu özellik, özellikle dental fotoğrafçılıkta uygun büyütme ve çalışma mesafesinin sağlanmasında önem taşır[12].

f-stop: f-sayısı, lens açıklığının odak uzaklığına oranını ifade eder ve diyafram değeri olarak adlandırılır. Bu değer küçüldükçe objektiften kameraya daha fazla ışık girerken, değer büyüdükçe ışık miktarı azalır. Portre çekimlerinde genellikle f/10–f/11, ve intraoral fotoğraflarda f/29–f/32 aralığında diyafram açıklıkları kullanılır[14].

ISO: ISO, görüntü sensörünün ışığa duyarlılığını belirten bir indekstir. Kameradaki ISO ayarı değiştirilerek sensörün ışığa olan hassasiyeti artırılabilir veya azaltılabilir. ISO değeri yükseldikçe sensör ışığa daha duyarlı hale gelir, görüntü parlaklaşır ancak dijital gren (noise) artar. ISO değeri düştükçe ise hassasiyet azalır ve görüntü daha karanlık olur[15].

Magnifikasyon Oranı: Büyütme oranı, yalnızca makro lenslerle kullanılabilen ve sensör üzerinde yakalanan görüntü boyutunun gerçek nesne boyutuna oranını ifade eden bir parametredir. Dental fotoğrafçılıkta üç temel büyütme oranı tercih edilmektedir: tüm yüz fotoğrafları için 1:10, gülüş görüntüleri, oklüzal ve ekartör destekli çekimler için 1:2, yakın plan intraoral çekimler için ise 1:1 büyütme oranı kullanılır. Bu oranlar, klinik detayların doğru ve tutarlı şekilde kaydedilmesini sağlamaktadır [16].

Deklanşör Hızı (Shutter speed): Deklanşör hızı, fotoğraf çekiminde sensörün ışığa maruz kaldığı zaman aralığını ifade eder. Deklanşör, çekim sırasında çok kısa süreliğine açılıp kapanarak ışığın sensöre ulaşmasını sağlar. Bu süre genellikle saniyenin kesirleri şeklinde (örneğin 1/100 sn, 1/125 sn, 1/60 sn) ölçülür. Deklanşör hızı düştükçe sensöre daha fazla ışık girerken, hız arttıkça ışık miktarı azalır. Dental fotoğrafçılıkta görüntülerin doğru ve net pozlanması için deklanşör hızının genellikle 1/125 ile 1/200 saniye arasında olması önerilmektedir[17].

Yardımcı Ekipmanlar

Tripod (Üç Ayak):

Üç ayak (tripod), fotoğraf makinesinin sabit tutulmasını sağlayan yardımcı ekipmanlardandır. En temel işlevi, özellikle uzun pozlama sürelerinde görüntü netliğinin korunmasına katkı sağlamaktır. Ancak dental fotoğrafçılıkta genellikle kısa pozlama süreleri kullanıldığından, uzun pozlama gerektiren durumlar nadiren söz konusudur[18].

Makro Objektifler

Yakın çekimlerde genellikle makro objektifler tercih edilmektedir. 100-105 mm odak uzaklığına sahip makro lensler dental fotoğrafçılıkta sıklıkla tercih edilmektedir [19].

Flaşlar

Ağız içi fotoğraflarda doğal ışık yetersiz kaldığından, yeterli aydınlatmanın sağlanması amacıyla tamamlayıcı flaş sistemleri kullanımı zorunludur. Dört temel elektronik flaş sistemi bulunmaktadır:

Ring flaş sistemi Objektifi çevreleyen halka şeklinde bir flaş olup, gölgeleri ortadan kaldırarak eşit aydınlatma sağlar. Yeni başlayanlar için uygundur ancak gölge olmaması detay kaybına neden olabilir[20].

Noktasal flaş ışık kaynağı sistemi: Objektifin yanına konumlandırılan tek flaş ışığıdır. Gölgeler sayesinde yüzey dokusu ve derinlik vurgulanabilir. Birden fazla konumda kullanımı deneyim gerektirir[9].

Dental fotoğrafçılıkta çoğu zaman ring ya da twin flaşlar bu sisteme tercih edilir.

Twin flaş ışık kaynağı sistemi: Objektifin iki yanına yerleştirilen iki flaş ünitesidir. Yumuşak gölgeler oluşturarak detay ve renk geçişlerini net gösterir. Kullanımı deneyim ister ancak profesyonel sonuçlar verir[21].

Stüdyo flaşları: Büyük alanlarda kullanılan, softbox, reflektör gibi ekipmanlarla desteklenen profesyonel aydınlatma sistemleridir. Yüksek kaliteli görüntü için idealdir ancak alan ve ekipman gerektirir[22,23].

Filtreler

Silindir biçiminde ve genellikle cam malzemeden üretilen filtreler, fotoğrafçılıkta ışık ve renk dengesini sağlamak amacıyla kullanılan yardımcı ekipmanlardır. Objektif çapları farklılık gösterdiğinden, her objektif için uygun çapta filtreler temin edilmektedir[24].

Aynalar

Ağız içi fotoğraf çekimlerinde aynalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Hasta yaş gruplarına göre farklı tip ve boyutlarda aynalar bulunmaktadır. Okluzal ve sentrik ilişkide alınan sağ ile sol kapanış fotoğraflarında genellikle ayna tercih edilmektedir. Bu amaçla buğu yapmayan rodyum kaplamalı cam aynalar veya parlatılmış çelik aynalar kullanılabilir. Çelik aynalar, kırılma riskinin olmaması nedeniyle avantaj sağlamaktadır[6,18].

Ekartörler

Dental fotoğrafçılıkta görüntü alınacak bölgeyi engelleyen dudak ve yanak gibi çevresel dokuları uzaklaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Metal veya plastikten üretilebilmektedirler. Klinikte sıklıkla siyah ve şeffeaf plastik ekartörler tercih edilmektedir.

Kontrast Plaklar

Kontrast plaklar, siyah bir fon oluşturmak suretiyle dental fotoğraflarda detayların daha belirgin şekilde yansıtılmasını sağlamaktadır. Özellikle ön dişlerden alınan görüntülerde kullanılan bu plaklar, insizal translusenslik ve mamelon gibi ince detayların net olarak gözlemlenmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, kontrast plaklar sayesinde konu dışındaki alanlar maskelenerek görsel odak artırılmaktadır[18].

EKSTRA-ORAL VE İNTRA-ORAL FOTOĞRAFLARIN ÇEKİM KRİTERLERİ

Dental fotoğrafçılıkta, her görüntü serisi için fotoğrafı çeken kişinin belirli bir standart rutini benimsemesi ve bu rutini istikrarlı bir şekilde uygulaması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, görüntülerin doğru eksende kaydedilmesi bir alışkanlık haline getirilmelidir[25]. Hekim, her bir dental görüntü türü için uygun kamera ayarlarını bilmenin yanı sıra, hastayı doğru pozisyona getirebilmeli ve kendisi de uygun çekim konumunu almalıdır.

Görüntülerin kalitesini ve tanısal değerini artırmak amacıyla dikkate alınması gereken bazı teknik faktörler şunlardır:

- Optik eksen, oklüzal düzlemle hizalı olmalıdır. Bu eksenden sapmalar —örneğin yukarıdan ya da aşağıdan yapılan çekimler— kesici dişlerin perspektifinde bozulmalara yol açmaktadır.
- Lateral görünüm çekimlerinde, görüntü bukkal dişlere dik açıyla alınmalı ve bu genellikle ayna yardımıyla sağlanmalıdır.
- Oklüzal görüntüler, mümkün olduğunca fotoğraf makinesine dik açıyla elde edilmelidir (ayna kullanılarak).
- Oklüzal düzlem, elde edilen fotoğraftaki yatay çizgiye paralel olmalıdır[9].

Ekstra-oral Teknik

Dijital diş hekimliği ve dijital gülüş tasarımına olan ilginin artması, portre fotoğraflarına duyulan gereksinimi de beraberinde getirmiştir. Bu tür fotoğraflar, klinik koltuğu yerine hastanın tabureye oturtulmasıyla çekilmeli ve hekim de hastayla aynı hizada olacak şekilde oturmalıdır. Çekim sırasında hastanın dik pozisyonda bulunması ve pupillalar arası çizginin yatay düzleme paralel olması gereklidir.

Arka fon tercihi, profilin net görüntülenmesini etkileyen önemli bir unsurdur. Beyaz siyah veya gri renk arka fonlar tercih edilebilmektedir. Beyaz fonlarda oluşabilecek gölgeleri engellemek için ise arka plana yönlendirilmiş ek bir ışık önerilmektedir[17,26].

Tam yüz gülümseme: fotoğrafının temel amacı, hastanın yüz yapısını bütüncül olarak değerlendirerek yumuşak ve sert doku uyumlarını analiz etmektir. Görüntü, çenenin biraz altından başın tepe noktasına kadar olan alanı kapsamalıdır. Baş genişliğinin doğru biçimde yakalanabilmesi için, kulaklar kadrajda referans noktası olarak kullanılmalı; kulakların her iki yanında bir miktar arka plan boşluğu bırakılmalıdır.

Bu çekimde kamera dikey konumda olmalı, yatay çekimden kaçınılmalıdır. Hastanın başı mümkün olduğunca düz olmalı ve gülümseme, çekimden hemen önce verilen komutla sağlanmalıdır; aksi takdirde ifade doğallığını yitirebilir. Netlik, hastanın gözlerine odaklanmalı ve kamera hizası yüzün tam ortasına denk gelecek şekilde ayarlanmalıdır[9,13].

Tam yüz istirahat fotoğrafı: tam yüz gülümseme görüntüsüyle aynı kadraj, açı ve mesafede çekilmelidir. Bu görüntünün ayırt edici özelliği, hastanın doğal istirahat pozisyonunda üst insizal kenarlarının hafifçe görünmesinin hedeflenmesidir. Bu doğal durumu elde edebilmek için hastadan "Emma" kelimesini telaffuz etmesi istenir; bu ifade sonrası oluşan dudak pozisyonu, istenen fizyolojik durumu yansıtmaktadır[13].

Tam yüz profil: Bu görüntünün çekimi tam yüz gülümseme ve istirahat ayarı ve mesafesiyle aynıdır. Sadece bu görüntünün çekimi için hastanın sağa veya sola dönmesi istenir. Profil görüntüsü hasta gülümserken ya da istirahat pozisyonundayken alınabilir. Bu görüntüler 30°, 45°, 60° ve 90° olacak şekilde yapılabilir. Bunların arasından 45° ve 90° çekilenler büyük önem taşımaktadır[26].

Yakın Çekim Gülümseme ve İstirahat: Yakın çekim gülümseme görüntüsünün temel amacı, dişler ile dudaklar arasındaki ilişkiyi değerlendirmek ve mümkün olduğunca doğal, geniş bir gülümseme yakalamaktır. Buna karşılık, yakın çekim istirahat görüntüsünde amaç, dişlerin insizal kenarlarını dudaklar kapalı ve kaslar gevşek pozisyondayken görünür şekilde belgelemektir.

Çekim sıralaması açısından, yakın çekim gülümseme görüntüsünün istirahat görüntüsünden önce alınması önemlidir. Aksi takdirde, istirahat görüntüsü sırasında kadrajı daraltmak, sonrasında gerçekleştirilecek gülümseme çekiminde dudak köşelerinin görüntü alanı dışında kalmasına neden olabilir[13].

İntra-oral Teknik

İntraoral fotoğraf çekiminde hasta başını tetiyere yaslamalı yarı dik veya yatar pozisyonda fotoğraflar alınmalıdır. Ekstraoral tekniklerin aksine bu çekimlerde kamera yatay konumda tutulmalıdır (Ahmad, 2009e). Aşırı tükürük, görüntü kalitesini düşürebileceğinden; dişler ve diş etleri, tam kurutulmamak kaydıyla hafifçe kurutularak netlik artırılmalıdır.

Ekartörler yardımıyla ağız kapalıyken: Bu görüntüde hastadan çenesini sentrik oklüzyonda kapatması istenir. Amaç, mümkün olduğunca fazla sayıda dişi — tercihen ikinci molarları da içerecek şekilde — görüntülemektir. Maksimum alan derinliği sağlamak adına odak noktası genellikle kanin dişlerine yerleştirilmelidir. Ancak üst ve alt arkların formuna bağlı olarak odak, anterior veya posterior yönde ayarlanabilir[8].

Ekartörler yardımıyla ağız açıkken: ağız kapalı durumda alınan görüntülerle aynı teknik ayar ve pozisyonda görüntüler alınır. Bu iki görüntü arasındaki temel fark, ağız açık pozisyonda üst ve alt dişlerin kesici kenarlarının görünür hale gelmesidir. Bu görüntü, özellikle oklüzal temasların ve kesici kenar ilişkilerinin değerlendirilmesi açısından klinik önem taşımaktadır[17,26].

Sağ ve Sol Lateral: Çekim sırasında hasta yarı dik pozisyonda oturtulmalı; sol lateral görüntü için başı dik tutulmalı, sağ lateral görüntü için ise hasta, kameraya doğru hafifçe yönlendirilmelidir. Görüntülenecek arkın son dişinin distalinden başlamak üzere yanak aynası yerleştirilir ve ayna, mümkün olduğunca dişlerin uzun eksenine paralel olacak şekilde konumlandırılır. Aynı anda karşı taraftaki yanağı uzaklaştırmak amacıyla kontralateral ekartör kullanılır. Alternatif olarak, lateral görüntüler aynasız biçimde yalnızca ekartörler yardımıyla da elde edilebilir. Alınan görüntüler sayesinde sentrik oklüzyon detaylı bir şekilde değerlendirilebilmektedir.

Çekim sırasında dijital sensör düzlemi, ayna yüzeyine mümkün olan en dik açıyla hizalanmalı ve kamera bu doğrultuda konumlandırılmalıdır. Odaklama ise premolar bölgesine yapılmalı, böylece hem ön hem de arka bölgelerin yeterli netlikte görüntülenmesi sağlanmalıdır[27].

Maksiller Ark: Maksiller arkın oklüzal görüntüsünün elde edilmesi için hasta koltuğu olabildiğince yatırılmalı ve hekim, hastanın arkasında saat 12 pozisyonunda konumlanmalıdır. Tüm maksiller ark, oklüzal ayna yardımıyla görüntülenir. Bu amaçla palatinal ayna, son molar dişin distalinde dişetine temas edecek şekilde yerleştirilir ve alt kesici dişlere temas edinceye dek mümkün olduğunca aşağıya doğru ilerletilir.

Ayna doğru şekilde yerleştirildikten sonra hastadan çenesini yukarı kaldırması istenir. Bu pozisyonda hekim ile hasta aynı hizada olmalı; hekimin burnu, doğrudan hastanın burun hizasına denk gelmelidir. Görüntüleme sırasında sık yapılan hatalardan biri, bu hizada kalmadan daha posterior pozisyondan çekim yapmaya çalışmak olup, bu durum görüntüde distorsiyon ve bilgi kaybına neden olabilir[28].

Mandibular Ark: Mandibular arkın oklüzal görüntüsünün elde edilmesi için hasta koltuğu yere paralel konumda ayarlanmalı ve hasta sırtüstü yatırılmalıdır. Hastanın başı, oklüzal düzlem yer ile paralel olacak biçimde hafifçe geriye doğru pozisyonlandırılmalıdır. Bu çekimde, maksiller arkın aksine, hekim hastanın ön kısmında, saat 5 pozisyonunda yer almalıdır[27].

Görüntüleme sırasında kesilmiş "C" şeklindeki ekartörler yalnızca alt dudağa yerleştirilir (saat 4 ve 8 pozisyonları), böylece üst dudakta oluşabilecek gerilim azaltılarak hastanın ağzını daha rahat açması sağlanır. Aynanın ağız içine yerleştirilmesinin ardından hastadan dilini aynanın arkasına konumlandırması istenir. Sonrasında ayna dikkatlice ağzın posterioruna doğru itilerek tüm mandibular arkın görüntülenmesi hedeflenir.

Optimal yansımanın sağlanabilmesi için ayna, oklüzal düzlemden olabildiğince uzaklaştırılmalı ve kamera, ayna ile 90° açı oluşturacak şekilde konumlandırılmalıdır[17].

Ekipmanların Temizliği ve Çekim Öncesi Hazırlık

Dental fotoğrafçılıkta, kullanım amacından bağımsız olarak çekim öncesinde hastadan yazılı onam alınması ve gizliliğin korunması zorunludur. Klinik fotoğrafçılıkta başarılı sonuçlar için temel fotoğrafik kriterlerin bilinmesi gerekmektedir. Çekim öncesi hasta rahatlatılmalı, çekim sırası ve görüntüler planlanmalı; hasta, hekim ve yardımcıların pozisyonları doğru şekilde ayarlanmalıdır. Kamera ayarları, uygun lens ve aydınlatma kontrol edilmeli, aksesuarlar doğru konumlandırılmalıdır.

Dental fotoğrafçılıkta çapraz enfeksiyon kontrolüne sıkı uyum sağlanmalıdır. Fotoğraf ekipmanları için özel alan ayrılmalı, tüm ekipmanlar tek kullanımlık kılıflarla korunmalı ve sterilizasyon protokolleri uygulanmalıdır. Retraktörler otoklavda steril edilebilirken, ağız içi aynalar %15-20 alkol veya %10-55 etanol bazlı dezenfektanlarla temizlenmelidir. Çekim öncesi dişler temizlenip polisaj ve diş ipi uygulanmalı, retraktör yerleşiminden önce dudaklara vazelin sürülerek çatlama ve gerilme önlenmelidir[29].

FOTOĞRAFÇILIĞIN KULLANIM ALANLARI

Tanı ve Tedavi Planlanması

Tedavi öncesi değerlendirme sürecinde dijital fotoğrafçılık, kritik bir teşhis aracı olarak önemli bir rol oynamaktadır. Hasta klinikte bulunmadığında dahi, klinisyenler, uzmanlar ve teknisyenler hastanın mevcut durumunu dijital görüntüler aracılığıyla inceleyebilmekte ve değerlendirebilmektedir. Ayrıca, preoperatif dijital fotoğraflar, hastanın tedavi planını kabul etme sürecinde etkili bir iletişim ve ikna aracı olarak kullanılmaktadır. Koruyucu diş hekimliği uygulamalarında da dental fotoğraflar, hastanın klinik ihtiyaçlarına göre minimal invaziv tedavi veya işlem yapılmaması yönünde kararların verilmesine olanak sağlamaktadır [28,30,31].

Laboratuvarla İletişim

Birçok diş hekimi, kron ve veneerlerin doğru renk tonunun laboratuvara aktarılabilmesi amacıyla dental fotoğrafçılıktan faydalanmaktadır. Dişlerin görüntüleri, sadece renk bilgisini aktarmakla kalmayıp aynı zamanda dişlerin karakteristik özellikleri ve anatomik yapısının doğru biçimde iletilmesini sağlamaktadır. Dental fotoğrafçılığın daha teknik ve karmaşık uygulamalarından biri, seramik restorasyonların renk tonlarının belirlenmesinde kullanılmasıdır. Bu süreçte, renk doğruluğunu sağlamak için kamera, bilgisayar ve yazıcı gibi cihazların sürekli kalibrasyonunun yapılması zorunludur.

Fotoğraflar RAW formatında çekilmeli ve beyaz dengesi (White Balance) ayarının doğru yapılabilmesi için çekim sırasında gri kart referans olarak kullanılmalıdır[28]. Ayrıca, insizal kenardaki minenin translüsenlik ve opaklık özellikleri fotoğraflarda ayrıntılı şekilde gözlemlenebilmektedir. Siyah-beyaz fotoğraf çekimleri ise diş yüzeyinin yapısal özellikleri hakkında ek bilgi sağlamaktadır. Restorasyonun insizal kenarı ile alt çene ve yatay çizgi arasındaki ilişki fotoğraflar aracılığıyla saptanabilmekte, restorasyonun preoperatif ve postoperatif halleri karşılaştırılarak olası hatalar tespit edilebilmektedir. Bu da hekim ve teknisyen arasındaki iletişim sorunlarının giderilmesine ve tedavi kalitesinin artmasına önemli katkı sağlamaktadır [23].

Adli vakalarda

İnsan kalıntılarının tanımlanması ile dişle ilişkili travmaların (örneğin insan ısırığı izleri) fotoğraflanması, olayın ayrıntılı incelenmesine ve adli sürecin etkin yürütülmesine önemli katkılar sağlamaktadır[28].

Yasal belgeleme

Hastanın tedavi öncesi klinik durumu ile tedavi sonrası ortaya çıkan değişikliklerin objektif olarak kayıt altına alınabilmesi amacıyla dental fotoğrafçılık önemli bir araçtır. Bu fotoğraflar, potansiyel hukuki süreçlerde delil niteliğinde kullanılmak üzere sistematik olarak dosyalanmalı ve güvenli şekilde saklanmalıdır. Medikolegal vakalarda, özellikle travma veya kaza durumlarında, hastanın yüzündeki yaralar dişsel yaralanmalarla birlikte mevcutsa, hem yüz hem de ağız içi bölgenin detaylı fotoğraflanması gerekmektedir [7,22,28].

Hasta eğitimi ve motivasyonu

Tedavi aşamalarını ve olası sonuçları hastaya etkili şekilde aktarmak amacıyla diğer hastaların fotoğraflarından yararlanılabilir. Bu yöntem, hasta-hekim iletişimini güçlendirerek hastanın tedaviye olan istekliliğini artırmaktadır. Eğitim materyalleri arasında basılı dokümanlar (bültenler, kitapçıklar, posterler, broşürler), bilgisayar ortamında sunulan slaytlar, videolar, interaktif web siteleri ve bilgilendirici sunumlar yer almaktadır.

Hasta motivasyonunu desteklemek için ise tedavi öncesi ve sonrası ağız durumunun karşılaştırmalı görsellerle hastaya sunulması, iyileşme sürecinin görsel olarak izlenmesini sağlamaktadır. Böylece hasta, kat edilen ilerlemeyi somut biçimde görerek tedaviye daha olumlu yaklaşabilmektedir [7,32].

SONUÇ

Estetik diş hekimliğinde dental fotoğrafçılık uygulamaları sayesinde tedavi sonuçları öngörülebilmekte, buna uygun tedaviler basit ve etkin bir şekilde hastalara sunulabilmektedir. Bu süreçte doğru ekipmanın seçimi, uygun kamera ayarlarının yapılması ve etkili tekniklerin uygulanması kritik rol oynamaktadır. Her vakada ayrıntılı ve sistematik bir dokümantasyon oluşturulması birincil öneme sahiptir. Klinik başarıyı objektif olarak göstermek ve hasta iletişimini güçlendirmek isteyen her diş hekiminin, temel düzeyde fotoğrafçılık bilgisine ve uygulama becerisine sahip olması, günümüz estetik diş hekimliği pratiğinin gerekliliklerinden biridir.

KAYNAKÇA

Ahmad I. Digital dental photography. Part 2: purposes and uses. *Br Dent J*. 2009;206(9):459-464. doi:10.1038/sj.bdj.2009.366

Casaglia A, DE Dominicis P, Arcuri L, Gargari M, Ottria L. Dental photography today. Part 1: basic concepts. *Oral Implantol (Rome)*. 2015;8(4):122-129. doi:10.11138/orl/2015.8.4.122

Kalpana D, Rao S, Joseph J, Raju Kurapati S. Digital dental photography. *Indian J Dent Res*. 2018;29(4):507. doi:10.4103/ijdr.IJDR_396_17

Ahmad I. Digital dental photography. Part 1: an overview. *Br Dent J*. 2009;206(8):403-407. doi:10.1038/sj.bdj.2009.306

Modiano A. Fotoğraf Tarihine Giriş. *Çev D Koç, H Aşuroğlu) Antalya Art Stud Yayıncılık*. Published online 2007.

Snow SR. Assessing and achieving accuracy in digital dental photography. *J Calif Dent Assoc*. 2009;37(3):185-191.

Terry DA, Snow SR, McLaren EA. Contemporary dental photography: selection and application. *Compend Contin Educ Dent*. 2008;29(8):432-436, 438, 440-2 passim; quiz 450, 462.

Ahmad I. Digital dental photography. Part 6: camera settings. *Br Dent J*. 2009;207(2):63-69. doi:10.1038/sj.bdj.2009.607

Bengel W. Mastering digital dental photography. *Br Dent J*. 2006;201(3):181.

McLaren EA, Garber DA, Figueira J. The Photoshop Smile Design technique (part 1): digital dental photography. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;34(10):772, 774, 776 passim.

Hardan LS, Moussa C. Mobile dental photography: a simple technique for documentation and communication. *Quintessence Int*. 2020;51(6):510-518.

Wagner DJ. A Beginning Guide for Dental Photography. *Dent Clin North Am*. 2020;64(4):669-696. doi:10.1016/j.cden.2020.07.002

Goldstein RE, Chu SJ, Lee EA, Stappert CFJ. *Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry*. John Wiley & Sons; 2018.

Milos M. Dental Photography: Tips to Help You Shoot Like a Pro. *J Cosmet Dent*. 2020;36(1).

Iyer VH. Dental Photography–An image to improve the face of dental practice. *An Off J IDA*. 2019;6(2):52-57.

Sharland M. Improving your image… then and now. Digital photography in dentistry. *Dent Update*. 2013;40(4):333-336.

Ortiz MA. Lit: the simple protocol for dental photography in the age of social media. *(No Title)*. Published online 2019.

Ahmad I. Digital dental photography. Part 4: choosing a camera. *Br Dent J*. 2009;206(11):575-581. doi:10.1038/sj.bdj.2009.476

Haak R, Schirra C. Dental photography in support of patient documentation and communication. *Quintessence Int*. 2000;31(9):649-657. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11203990

Freeman M. *Pro Digital Photographer's Handbook*. Lark Books; 2005.

Ahmad I. Digital and conventional dental photography: a practical clinical manual. *(No Title)*. Published online 2004.

CHRISTENSEN GJ. Important clinical uses for digital photography. *J Am Dent Assoc*. 2005;136(1):77-79. doi:10.14219/jada.archive.2005.0030

McLaren EA, Terry DA. Photography in dentistry. *J Calif Dent Assoc*. 2001;29(10):735-742.

BAYINDIR F. DİJİTAL DENTAL FOTOĞRAFÇILIK-I. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg*. 2015;25(1). doi:10.17567/dfd.41458

YÜZBAŞIOĞLU E, URAL Ç, CENGİZ SBAL, DURAN İ, AKDENİZ BS. Diş Hekimliğinde Ağız Dışı Fotoğraf Teknikleri. *Turkiye Klin Restor Dent Top*. 2016;2(2):12-18.

Liu F. *Dental Digital Photography: From Dental Clinical Photography to Digital Smile Design*. Springer; 2019.

Aschheim KW. *Esthetic Dentistry: A Clinical Approach to Techniques and Materials*. Elsevier

Health Sciences; 2014.

Sheridan P. Clinical photography in dentistry: a new perspective. *(No Title)*. Published online 2016.

Kaya Acar M, Koçak Büyükdere A. Digital Dental Photography. *Yeditepe Dent J*. 2024;20(50):26-32. doi:10.5505/yeditepe.2024.76094

Zyman P, Etienne JM. Recording and communicating shade with digital photography: concepts and considerations. *Pract Proced aesthetic Dent PPAD*. 2002;14(1):49-51.

Gane D. Aesthetic success with the utilization of digital imaging. *Pract periodontics aesthetic Dent PPAD*. 2000;12(4):407-408.

Benjamin S, Aguirre A, Drinnan A. Digital photography enables better soft tissue screening, diagnosis, and case acceptance. *Dent Today*. 2002;21(11):116-121.

YAŞLI HASTALARDA KOLOREKTAL CERRAHİDE NEDEN ERAS?

REASONS FOR ERAS IN ELDERLY CANCER PATIENTS UNDERGOING COLORECTAL SURGERY?

Yüksek Lisans Öğrencisi Perihan ARAÇLIOĞLU

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Bartın/Türkiye

ORCID: 0009-0004-7090-3843

Doç. Dr. Elif KARAHAN

Bartın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Cerrahi Hastalıklar Hemşireliği Anabilim Dalı, Bartın/Türkiye

ORCID: 0000-0002-6371-871X

Dr. Öğr. Üyesi Sibel ALTINTAŞ

Bartın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Cerrahi Hastalıklar Hemşireliği Anabilim Dalı, Bartın/Türkiye

ORCID: 0000-0001-9392-2423

Prof. Dr. Sevim ÇELİK

Bartın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Cerrahi Hastalıklar Hemşireliği Anabilim Dalı, Bartın/Türkiye

ORCID: 0000-0002-2016-5828

ABSTRACT

INTRODUCTION AND OBJECTIVE: The Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) protocol is used to promote better postoperative recovery and to define the concept of multimodal, preoperative interventions. Thanks to this program currently in use, postoperative recovery accelerates, and the length of hospital stay and morbidity decrease. Colorectal cancer, one of the common types of cancer worldwide, ranks third in prevalence. With advances in technology, the elderly population is also increasing day by day. As age advances, the likelihood of unwanted outcomes, complications, and mortality after surgery may increase. Elderly patients require different care and monitoring compared to younger patients during the preoperative period. Considering this, the importance of practices developed for elderly patients with colon cancer who must undergo surgery is increasing. However, there is a lack of studies on the outcomes of applying ERAS to the elderly population. The aim of this study is to evaluate the feasibility and safety of implementing the ERAS protocol in elderly patients with colorectal cancer.

METHODS: We reviewed the literature over the last decade covering ERAS applications in colorectal surgery in elderly patients. The literature search was performed in 2023 and international scientific databases such as PubMed, Web of Science and Google Scholor were

used. The keywords “elderly patients”, “colorectal surgery”, “ERAS protocol”, “geriatric surgery” and their Turkish equivalents were used. The effects of the ERAS protocol and compliance rates in different age groups were evaluated.

RESULTS: Although elderly patients are considered at risk for adherence to ERAS due to comorbidities, the studies conducted have shown high compliance with the protocol.

RESULTS AND RECOMMENDATIONS: In elderly patients undergoing ERAS, postoperative complication rates have decreased, hospital stay duration has shortened, and functional recovery has accelerated. Especially in patients over 70 years old, ERAS has been reported to be safe and effective. However, a personalized approach is recommended for very advanced age (>80) and frail patients. The literature shows strong evidence that ERAS does not increase mortality in the elderly; on the contrary, it reduces complications. Based on these results, we can say that ERAS is feasible and reliable in elderly cancer patients who have undergone colorectal surgery. However, there are deficiencies in research on this topic in Turkey. We recommend conducting further studies to reach a more definitive conclusion.

KEYWORDS: Elderly patient; ERAS protocol; Colorectal surgery

ÖZET

Giriş ve Amaç: Ameliyat Sonrası Gelişmiş İyileşme Protokolü (ERAS-Enhanced Recovery After Surgery), ameliyat sonrası daha iyi iyileşmeyi teşvik etmek ve multimodal, ameliyat öncesi müdahaleler kavramını tanımlamak için kullanılmaktadır. Halen kullanılmakta olan bu program sayesinde ameliyat sonrası iyileşme hızlanmakta, hastanede kalış süresi ve morbidite azalmaktadır. Dünya genelinde yaygın kanser türlerinden biri olan kolorektal kanser, görülme sıklığı açısından üçüncü sırada yer almaktadır. Teknolojideki ilerlemelerle birlikte yaşlı nüfus da her geçen gün artmaktadır. İleri yaşla birlikte ameliyat sonrası istenmeyen sonuçlar, komplikasyonlar ve ölüm olasılığı artabilir. İleri yaştaki hastaların ameliyat öncesi dönemde genç hastalara kıyasla daha farklı bakım ve izleme gereksinimi vardır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, ameliyat olması gereken kolon kanserli yaşlı hastalar için geliştirilen uygulamaların önemi artmaktadır. ERAS'ın yaşlı popülasyona uygulanmasının sonuçları hakkında araştırma eksikliği bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, kolorektal kanserli yaşlı hastalarda ERAS protokolünün uygulanabilirliğini ve güvenliğini güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir.

Yöntem: Yaşlı hastalarda kolorektal cerrahide ERAS uygulamalarını kapsayan son on yıldaki literatürü gözden geçirdik. Literatür taraması 2023 yılında gerçekleştirilmiş ve PubMed, Web of Science ve Google Scholor gibi uluslararası bilimsel veri tabanları kullanılmıştır. “Yaşlı hastalar”, “kolorektal cerrahi”, “ERAS protokolü”, “geriatrik cerrahi” anahtar kelimeleri ve Türkçe karşılıkları kullanıldı. Farklı yaş gruplarında ERAS protokolünün etkileri ve uyum oranları değerlendirildi.

Bulgular: ERAS uygulanan yaşlı hastalarda ameliyat sonrası komplikasyon oranlarının azaldığı, hastanede kalış süresinin kısaldığı ve fonksiyonel iyileşmenin hızlandığına yönelik bulgular mevcuttur. Özellikle 70 yaş üstü hastalarda ERAS'ın güvenli ve etkili olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, çok ileri yaştaki (>80) ve kırılgan hastalar için kişiselleştirilmiş bir yaklaşım önerisi dikkat çekmektedir. Literatür, ERAS uygulamasının yaşlılarda mortaliteyi artırmadığı, aksine komplikasyonları azalttığına dair güçlü kanıtları göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler: Yaşlı hastalar komorbiditeleri nedeniyle ERAS'a uyum açısından risk altında kabul edilse de, yapılan çalışmalar protokole uyumun yüksek olduğunu göstermiştir. Bu

sonuçlara dayanarak, ERAS'ın kolorektal cerrahi geçirmiş yaşlı kanser hastalarında uygulanabilir ve güvenilir olduğunu söyleyebiliriz. Ancak Türkiye'de bu konudaki araştırmalarda eksiklikler bulunmaktadır. Daha kesin bir sonuca ulaşmak için daha fazla çalışma yapılmasına gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Yaşlı hasta; ERAS protokolü; Kolorektal cerrahi, kolorektal kanser

GİRİŞ

Ameliyat sonrası iyileşmeyi hızlandırmak ve daha iyi sonuçlar elde etmek amacıyla, ameliyat öncesi hasta hazırlığı ve müdahaleleri kapsayan Ameliyat Sonrası Gelişmiş İyileşme Protokolü (ERAS- Enhanced Recovery After Surgery) uygulanmaktadır. Günümüzde kullanılan bu protokol sayesinde ameliyat sonrası iyileşme hızlanmakta, hastanede kalma süresi kısalmakta ve morbidite azalmakmaktadır. Protokol kanıta dayalı uygulamaları esas alarak hareket etmekte olup yaşlı hastalar gibi yüksek risk grubunda yer alan hastaların ameliyat öncesi dönemde fonksiyonel olarak en iyi duruma getirilmeleri ile ameliyat sonrası iyileşmenin daha hızlı olabilmesini sağlamaktadır.[1] Protokol kanıta dayalı uygulamaları esas alarak hareket etmektedir. Ülkelere göre farklı isimlendirilebilen protokol birçok ülkede kullanılmaktadır. ERAS, cerrahi stresin öngörülebilir zararlı etkilerini daha iyi kontrol etmek için kanıta dayalı, çok modlu ve çok profesyonelli bir perioperatif yaklaşım sağlamakta olup böylece organ fonksiyon bozukluğu riskini azaltmakta ve ardından iyileşmeyi artırmaktadır.[2] Bununla birlikte, yüksek riskli hastaların ameliyat öncesi tıbbi ve fonksiyonel optimizasyonu, klinik bağlamda bir zorluk olmaya devam etmektedir. Ameliyat öncesi dönemde sigara ve alkol kullanımı, yetersiz beslenme ve fiziksel durumda yetersizlik gibi risk faktörlerini değiştirmek ve aynı zamanda anemi ve kötü glisemik kontrol gibi tıbbi durumları optimize etmek için bir fırsat penceresi olarak kabul edilmektedir.[3]

Çalışmalar ERAS'ın yaşlı popülasyonlarda uygulanabilirliğini göstermiştir; ancak ERAS müdahalelerinin uygulanmasında önemli engeller vardır. Klinik alandaki engeller nedeniyle belirli popülasyondaki gerçek etki henüz tanımlanamamıştır. Her hastanın müdahalelere uyum sağlamasının güçlüğü önemli nedenlerden bir olarak gösterilmektedir.[4] Bir diğer neden, ERAS programının kolorektal kanser tedavisinde altın standart yaklaşıma yeterince yakın olmasına karşın halen birçok cerrah tarafından ERAS'ın yaşlı hastalarda uygulanmamasıdır. Depalma ve ark. göre; yaş ayrımcılığını önlemek için, kolorektal kansere ilişkin karar verme sürecinde kronolojik yaşın, morbidite ve mortalitenin içsel bir öngörü faktörü olarak yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.[5]

Dünyada sıkça rastlanan kanser türlerinden olan kolorektal kanser prevelans olarak üçüncü sırada yer almaktadır.[6] Yapılan çalışmalar 70 yaş üstü kişilerde kolon kanseri görülme sıklığının daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bazı araştırmalar, yaşlı hastaların genç hastalara kıyasla kolorektal kanser (KRK) yaşam süresinin daha kötü olduğunu göstermektedir.[7] Bir çalışmaya göre; 2016 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde tahmini yeni rektum kanseri vakası sayısı 39.220 olarak bulunmuştur. Kolorektal kanserin görülme sıklığı ve ölüm oranları 2003'ten 2012'ye kadar yılda %3 oranında azalmasına rağmen, kolorektal kanser 60-79 yaş arası erkeklerde ikinci önde gelen ölüm nedeni olarak devam etmektedir.[8] Çin'de yapılan araştırmalara göre; kolorektal kanserin görülme sıklığı ve ölüm oranı her geçen yıl artmaktadır. Hastalık aynı zamanda ana ölüm nedeni olup hasta sayısı akciğer kanseri ve mide kanserinden sonra ikinci sırada olduğundan önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. 2015 yılında 191.000 kişinin bu nedenle yaşamını kaybettiği tahmin edilmektedir. Çin'de yaşlı istatistiklere göre, 75 yaş üstü yaşlılarda kolorektal kanserin yıllık görülme sıklığı 78.200 civarındadır.[9] İspanya'da ise kolorektal kanser, 2020'de kadınlarda meme kanserini geride bırakarak önde gelen ölüm nedeni haline gelmiştir.[10] İtalyan Tıbbi Onkoloji Derneği tarafından yayınlanan

verilere göre; İtalya'da kolorektal kanser, 2019'da 49.000 yeni teşhis konulmuştur ve İtalya'da genel nüfusta görülme sıklığı ve ölüm oranı açısından ikinci önde gelen kanser olmuştur. Son birkaç yılda, özellikle ameliyat sonrası ölüm oranlarının yüksek olmasından da etkilenen yaşlı hastalarda (>70 yaş) görülme sıklığı artmış; bu sonucun erkeklerde %10 kadar yüksek olduğu rapor edilmiştir.[11] Fransa'da kaydedilen 43.336 yeni vaka ve 17.117 ile ilişkili ölümle, kolorektal kanser, kanser ölümlerinin ikinci önde gelen nedenidir ve on ölümden sekizi 65 yaş ve üstü hastalarda meydana gelmektedir.[12]

GELİŞME

Kolon kanserlerinde iyileştirici tedavi genellikle ameliyatı gerektirmektedir. Gelişmiş ülkelerde yaşlı nüfusun artması göz önüne alındığında, kolon kanseri ameliyatı geçiren yaşlı hastalar için geliştirilmiş uygulamaların önemi giderek artmaktadır.[7] Hastalığın tedavi edilmemesi durumunda gelişen semptomlar nedeniyle acil ameliyat yapılması zorunlu olabilir. Yapılan bir çalışmada, kolorektal kanser tanısı alan on hastadan yedisi ve kolorektal kanser nedeniyle elektif veya acil ameliyata alınan hastaların yaklaşık %60'ı 65 yaşın üzerinde olduğu bildirilmiştir.[10] Bu riskler göz önüne alındığında, hastaların büyük bir kısmı ileri yaş veya ek hastalık varlığına rağmen ameliyatı kabul etmektedirler. Yaşlı hastaların ameliyat sonrası komplikasyon ve mortalite açısından genç hastalara göre daha yüksek risk taşıdığı bilinmektedir.[6]

Yaşlı hastaların ERAS protokollerine uyumu sürdürebilme yeteneği en büyük endişelerden biridir. Yaşlı hastaların yaşadığı artan morbidite, kırılganlık ve daha yoğun bakım gereksinimleri dikkate alındığında ERAS protokolünün uyumu daha da önemli hale gelmiştir.[13] Yaşlı hastaların ameliyat sonrası komplikasyon ve mortalite açısından genç hastalara göre daha yüksek risk taşıdığı bilinmektedir.[6] ERAS protokolüne uyum, hastaların daha iyi iyileşme sonuçları elde etmesine yardımcı olabilir.[13] Kocián ve ark., 65 yaş üstü kolorekteal cerrahi uygulanan hastalarda ERAS protokolüne bağlılık, hastanede kalış süresi, tekrar kabul oranı, 30 günlük postoperatif morbidite ve mortalite ile tedavi maliyetlerini analiz etmiştir. Araştırma sonucunda; yaşlı hastalarda elektif kolorektal cerrahi için ERAS'ın başarılı entegrasyonunu göstermiş olup protokole yüksek oranda uyum sağlanmıştır. Ayrıca hastanede kalış süresi ve tedavi maliyetleri azalmıştır. Buna karşın yeniden kabul oranı, hastalık ve mortalite oranı değişmemiştir.[14] Hung ve ark. yaptığı ve 258 yaşlı hastanın dahil edildiği çalışmada, ERAS uygulanmayan grupta ortalama kalış süresi 8,4 gün, yatan hastada mortalite %1,4, yeniden kabul %7,7 oranında iken, ERAS uygulanan grubunda ortalama kalış süresi 6,8 gün, yatan hasta mortalite %0,9, ve yeniden kabul %12,2 oranında gerçekleşmiştir.[15] Bu çalışmaya göre ERAS uygulanan grupta mortalite oranı ve hastanede kalış süresi azalmıştır. ERAS'ın yaşlı ve kolon cerrahisi geçiren hastalarda uygulanmasının güvenilir olabileceğini göstermektedir.

Önceki yıllarda yayımlanmış birçok randomize kontrollü çalışma ve meta-analiz raporuna göre, ERAS'ın cerrahi komplikasyonları ve hastanede kalış süresini azalttığı bilinmektedir.[16] Fakat yaşlı kolorektal hastalarında ERAS protokolünün uygulanabilirliği ve güvenilir olup olmadığı konusunda eksiklikler vardır. Koh ve ark. yapmış oldukları çalışmada; elektif kolorektal kanser ameliyatı geçiren hastaların tıbbi kayıtları incelenmiştir. Hastalar genç grup (70 yaş ve altı hastalar) ve yaşlı grup (70 yaş üstü hastalar) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Toplamda 335 hasta kaydolmuştur. Bu hastaların 237'si 70 yaş ve altı ve 98'i 70 yaş üstü hastalardan oluşmuştur. Her iki grup arasında perioperatif sonuçlar ve hastanede kalış süresi karşılaştırılmıştır. Araştırmada kolorektal kanserli yaşlı hastalarda ERAS protokolünü uygulanması genç hastalara kıyasla komplikasyonlarda veya tekrar kabul oranlarında artış olmaksızın 70 yaşın güvenli ve uygulanabilir bir dönem olduğu sonucuna varılmıştır.[16] J. Liu ve ark. (2021) yaşlı hastaların ERAS protokollerini kullanan genç hastalarla aynı faydayı alıp almadığını değerlendirmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada ERAS protokollerini

kolorektal cerrahi geçiren yaşlı hastalar için faydalı ve uygulanabilir olduğunu belirlemişlerdir.[17]

Yaşlı ve genç hastalarda ERAS protokolünün etkilerini kıyaslayan bir başka araştırmada ise; 2016 ve 2018 yılları arasında elektif kolorektal cerrahi geçiren ardışık hasta serilerinde yaşlarına göre gruplanan hastalarda (≥80 yaş ve <80 yaş) retrospektif bir analiz yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre; ERAS protokolü 80 yaşlarındaki hastalarda benzer uyum ve cerrahi sonuçlarla güvenli bulunmuştur. Bununla birlikte, 80 yaşlarındaki hastalarda genç hastalara göre daha yüksek oranda genel komplikasyon görülmüş ve hastanede kalış süresi daha uzun olmuştur.[11] Litaratürde ERAS protokollerinin yaşlı hastalar için özel olarak uyarlanması gerektiğini öneren çalışmalar da mevcuttur. Chan ve ark. (2020) Ocak 2018'den Aralık 2018'e kadar ERAS çerçevesinde elektif kolorektal kanser rezeksiyonu yapılan tüm hastaları kıyasladıkları çalışmalarında yaşlı hastalar, yaşlı olmayan hastalarla karşılaştırıldığında sonuçların kötü olduğunu belirlemişlerdir. Yaşlı hastaların yumuşak diyete geçiş süreleri gecikmiş, hastanede kalış süreleri uzamış ve bu hastalarda daha fazla komplikasyon gelişmiştir.[18]

Yaşlanmaya eşlik eden fiziksel işlevlerde azalma ve eşlik eden komorbitelerin varlığı cerrahi operasyon sonrasında komplikasyon oluşma olasılığını ve mortalite riskini arttırır. Ayrıca yaşlı hastada iyileşme süresi uzadığı için ameliyat olma kararını vermek onlar için zor olmaktadır.[19] Lirosi ve ark. 75 yaş ve üstü benign veya malign hastalık için elektif laparoskopik/açık kolorektal cerrahi ile tedavi edilen hastalar ile yapmış oldukları çalışmada, kolorektal cerrahi geçiren yaşlı hastalarda ERAS'ın güvenli olarak kabul edilebileceği, bu protokolün hastanede kalış süresinde azalma sağlayarak kısa vadeli ameliyat sonuçlarını iyileştirdiği sonucuna varılmıştır. Bu hasta grubunda protokolün uygulanabilir olduğu ve protokoldeki maddelere yüksek bir uyum sağlandığı belirlenmiştir.[20]

Yaşlı hastalarda ameliyat sonrası komplikasyon riskini en aza indirgemek üzere ameliyat öncesi dönemde sindirimi zor olan yiyeceklerin tüketimi konusunda kısıtlama getirilebilir. Tüketilen yiyeceğin niceliğine göre açlık süresi arttırılabilir. Ayrıca yapılacak operasyonun türü, yaşlı hastanın yiyeceklere toleransı açlık süresinin ayarlanması açısından önem teşkil etmektedir.[21] Ameliyat sürecinde yaşlı hastalarda bulantı ve kusmayı önlemek ayrıca süreci etkin yönetebilmek için risk sınıflaması yapmak faydalı olacaktır. Risk sınıflaması, önleme stratejilerinin uygulanması girişimlerini kapsar. Hastaya semi-fowler pozisyonunun verilmesi oluşabilecek aspirasyon pnömonisi riskini azaltır. Akupresur ve TENS gibi farmakolojik olmayan yöntemler bulantı kusma yönetiminde farmokolojik tedavinin yanında kullanımı faydalı olabilir.[22] Ameliyat sonrasında; bölgesel teknikler, multimodal analjeziklerin, opioidlerin ve non-farmakolojik analjeziklerin yanında, yaşlı hastalarda iyi bir yardımcı analjezi yöntemidir. Ameliyat sonrasında hastaların daha az ağrı yaşaması, sistemik opioidlerle karşılaştırıldığında opioid ilaçlarının kullanımının azaltılması ve düşük sedasyon sıklığı bölgesel tekniklerin yararları olarak sayılabilir.[23] Ameliyat yapılan yaşlı hastalarda cerrahi stres ile ilgili oluşabilecek sıvı-elektrolit bozuklukları ve yaşlı hastada kalp yetersizliği ya da böbrek hastalığı gibi hastalıkların eklenmesi, intravenöz sıvı tedavisinde dikkat edilmesi gereken bir durum haline getirmektedir.[24] Operasyon sırasında önemli olabilecek kan kayıplarında, ek sıvı replasmanı gerekebilmektedir. Bu yüzden hastanın cerrahi sonrasında kanama miktarı, drenaj niceliği, idrar miktarı sık sürelerle takip edilmesi gereken bulgulardır.[25] Martínez-Escribano ve ark. (2022) elektif kolorektal kanser rezeksiyonu geçiren yaşlı hastaların 213'ü ERAS uygulanan gruba dahil edilmiş olup 158 tanesi ise kontrol grubuna dahil edilmiştir. Çalışmanın sonucu; ERAS müdahalesi, transfüzyon ihtiyacını ve transfüze edilen eritrosit konsantrelerinin sayısını azaltmıştır. Ayrıca hastaların hastaneye kabul ve taburculuk sırasındaki beslenme durumlarını iyileştirmiş, yoğun bakım ünitesine kabulleri azaltmış ve hastanede 6 günden az kalan hastaların yüzdesini artırmıştır. Bu sonuçlar yaşlı hastaların ERAS protokolünden

yararlanabileceği sonucunu göstermektedir. Fakat ERAS'ın gerçek potansiyelini daha kesin olarak belirlemek için bu yaş aralığındaki hastalarda daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.[10]

Ameliyat sonrasında mortaliteyi belirleyici en önemli göstergelerden birisi fonksiyonel durumun yeterliliğidir. Yaşlı hastalarda diğer sistemlerin değerlendirilmesinin yanında, mobilize olması, giyinme, yemek hazırlama, alışveriş yapma ve banyo gibi günlük ihtiyaçlarını bağımsız bir şekilde yerine getirebilmesi gerekir.[26] Ostermann ve ark. (2019) elektif kolorektal cerrahi geçiren toplam 150 yaşlı hasta üzerinde yapılan kör randomize kontrollü çalışmada ERAS'ın güvenilir olduğu ve yaşlı hastalarda morbiditeyi azalttığı, hastanede kalış süresini kısalttığı ve bağımsızlığın daha iyi sürdürülmesiyle ameliyat sonrası iyileşmeyi artırdığı, bu nedenle yaşlı hastalarda elektif kolorektal cerrahi için bakım standardı olarak düşünülebileceği belirtilmiştir.[27] Novarra ve ark. (2023) kolorektal kanser sonucu elektif rezeksiyon uygulanan yaşlı hastalarda önemli postoperatif morbiditeye sahip olmasına rağmen, ameliyat öncesi yaşam koşullarına dönme potansiyelinin yüksek olduğu, genel ve hastalıksız sağ kalımların iyi olduğu sonucuna varmışlardır.[28]

Litaratürde ERAS protokolünün yaşlı kolorektal cerrahi geçiren hastalarda mortaliyete etkisi olmadığını gösteren çalışmalarda mevcuttur. Canac ve ark. 2023 yılında majör batın ameliyatı geçiren kanserli yaşlı hastalarda (yaş ≥ 80 yıl) 1 yıllık mortaliteyle ilişkili faktörleri belirlemeyi amaçladıkları retrospektif kohort çalışmasında, 80 yaş ve üzeri 378 hasta dahil edilmiş olup bunlardan 150 hasta kolorektal cerrahi geçirmiştir. Araştırmada daha kısa hastanede kalış süresi ve minör komplikosyonlarla ilişkili olduğu, fakat mortaliteye herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.[29] Boon ve ark. (2021); 80 yaş ve üzeri yaşlı bir popülasyonda kolorektal rezeksiyonu takiben ERAS programının güvenliğini ve uygulanabilirliğini değerlendirmek amacı ile 2013-2017 tarihleri arasında endikasyona bakılmaksızın kolorektal rezeksiyon uygulanan 80 yaş ve üzeri tüm yaşlı hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. ERAS uygulanan ve uygulanmayan gruplarda komplikasyon oranı, 30 günlük mortalite veya yeniden kabul oranında herhangi bir fark bulunmamıştır.[30]

SONUÇ:

Yapılan çalışmalar dünyada kolorektal kanser görülme sıklığının yüksek olduğunu göstermiştir. Yaşlı hastalar, eşlik eden komorbiteler, fiziksel yetersizlikler, yaşlanmaya bağlı fizyolojik değişiklikler gibi nedenlerle riskli gruba girmektedir. ERAS programı günümüzde kullanılan ve hastanın ameliyat sonrasında hızlı iyileşmesini sağlayan protokoller içermektedir. Yaşlı hastaların yaşadığı artan morbidite, kırılganlık ve daha yoğun bakım gereksinimleri dikkate alındığında ERAS protokolünün uyumu daha da önemli hale gelmiştir. ERAS protokolüne uyum, hastalarda daha iyi sonuçlar elde edebilmek için önemli olabilmektedir.

Mevcut literatür ışığında yaşlı hastalarda ERAS'ın uygulandığı ve olumlu sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusundakolorektal cerrahi geçirmiş yaşlı kanser hastalarında ERAS'ın uygulanabilir ve güvenilir olduğunu söylenebilir. Fakat literatürde Türkiye'de bu konu ile ilgili araştırmalarda eksiklikler vardır. Daha kesin kanıya varabilmek için konuyla ilgili daha fazla araştırma yapılmasını önermekteyiz.

KAYNAKÇA:

Girgin S, Aksun M, Gölboyu BE, Tüzen AS, Karahan N. Kardiyak cerrahide anestezistlerin ameliyat sonrası gelişmiş iyileşme (ERAS) protokolü farkındalığı. *J Thorac Cardiovasc Anesth Intensive Care.* 2022;28(2):113-121.

Zhang Q, Sun Q, Li J, et al. The impact of ERAS and multidisciplinary teams on perioperative management in colorectal cancer. *Pain Ther.* 2025;14(1):201-215.

Jensen BT, Baldini G. Future perspectives on prehabilitation interventions in cancer surgery. *Semin Oncol Nurs.* 2022;38(5):151337.

Tejedor P, Pastor C, Gonzalez-Ayora S, et al. Short-term outcomes and benefits of ERAS program in elderly patients undergoing colorectal surgery: a case-matched study compared to conventional care. *Int J Colorectal Dis.* 2018;33:1251-1258.

Depalma N, Cassini D, Grieco M, et al. Feasibility of a tailored ERAS programme in octogenarian patients undergoing minimally invasive surgery for colorectal cancer. *Aging Clin Exp Res.* 2020;32:265-273.

Normann M, Ekerstad N, Angenete E, Prytz M. Effect of comprehensive geriatric assessment for frail elderly patients operated for colorectal cancer—the colorectal cancer frailty study: study protocol for a randomized, controlled, multicentre trial. *Trials.* 2022;23:948.

Meillat H, Braticevic C, Zemmour C, et al. Real-world implementation of a geriatric-specific ERAS protocol in patients undergoing colonic cancer surgery. *Eur J Surg Oncol.* 2021;47(5):1012-1018.

Liu HR, Yang P, Han S, Zhang Y, Zhu HY. The application of enhanced recovery after surgery and negative-pressure wound therapy in the perioperative period of elderly patients with colorectal cancer. *BMC Surg.* 2021;21(1):1-7.

Xu L, Li X, Song M, Xu L, Wu X. Clinical application of accelerated rehabilitation surgery in elderly patients with colorectal cancer. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(41):e22426.

Martínez-Escribano C, Arteaga Moreno F, Cuesta Peredo D, et al. Before-and-after study of the first four years of the Enhanced Recovery after Surgery (ERAS®) programme in older adults undergoing elective colorectal cancer surgery. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(22):15299.

Grieco M, Galiffa G, Lorenzon L, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) program in octogenarian patients: a propensity score matching analysis on the "Lazio Network" database. *Langenbecks Arch Surg.* 2022;407(7):3079-3088.

Tidadini F, Trilling B, Quesada JL, et al. Association between Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) protocol, risk factors and 3-year survival after colorectal surgery for cancer in the elderly. *Aging Clin Exp Res.* 2023;35(1):167-175.

Tan JKH, Ang JJ, Chan DKH. Enhanced recovery program versus conventional care after colorectal surgery in the geriatric population: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc.* 2021;35:3166-3174.

Kocián P, Whitley A, Přikryl P, et al. Enhanced recovery after colorectal surgery: the clinical and economic benefit in elderly patients. *Eur Surg.* 2019;51:183-188.

Hung DSW, Chu CWH, Kwok KH. The enhanced recovery after surgery program in elderly patients over 75 years of age undergoing elective colorectal cancer surgery. *Surg Pract.* 2023;27(4):226-231.

Koh W, Lee CS, Bae JH, et al. Clinical validation of implementing Enhanced Recovery After Surgery protocol in elderly colorectal cancer patients. *Ann Coloproctol.* 2022;38(1):47-53.

Liu JY, Perez SD, Balch GG, et al. Elderly patients benefit from enhanced recovery protocols after colorectal surgery. *J Surg Res.* 2021;266:54-61.

Chan DKH, Ang JJ, Tan JKH, Chia DKA. Age is an independent risk factor for increased morbidity in elective colorectal cancer surgery despite an ERAS protocol. *Langenbecks Arch Surg.* 2020;405:673-689.

Bettelli G, Maggi S. Decision-making about surgery in the elderly. *Aging Clin Exp Res.* 2018;30(3):225-227.

Lirosi MC, Tirelli F, Biondi A, et al. Enhanced recovery program for colorectal surgery: a focus on elderly patients over 75 years old. *J Gastrointest Surg.* 2019;23:587-594.

Fawcett WJ, Thomas M. Pre-operative fasting in adults and children: clinical practice and guidelines. *Anaesthesia.* 2019;74(1):83-88.

Elvir-Lazo OL, White PF, Yumul R, Eng HC. Management strategies for the treatment and prevention of postoperative/postdischarge nausea and vomiting: an updated review. *F1000Res.* 2020;9:1-9.

Olotu C, Weimann A, Bahrs C, et al. The perioperative care of older patients. *Dtsch Arztebl Int.* 2019;116(5):63-69.

Devalapalli AP, Kashiwagi DT. Perioperative care of geriatric patients. *Hosp Pract (1995).* 2020;48(sup1):26-36.

Heming N, Moine P, Coscas R, Annane D. Perioperative fluid management for major elective surgery. *Br J Surg.* 2020;107(2):e56-e58.

Wolfe JD, Wolfe NK, Rich MW. Perioperative care of the geriatric patient for noncardiac surgery. *Clin Cardiol.* 2020;43(2):127-136.

Ostermann S, Morel P, Chalé JJ, et al. Randomized controlled trial of enhanced recovery program dedicated to elderly patients after colorectal surgery. *Dis Colon Rectum.* 2019;62(9):1105-1116.

Navarra A, Porcellini I, Mongelli F, et al. Long-term outcomes in elderly patients after elective surgery for colorectal cancer within an ERAS protocol: a retrospective analysis. *Langenbecks Arch Surg.* 2023;408(1):438-447.

Canac J, Faucher M, Depeyre F, et al. Factors associated with 1-year mortality in elderly patients (age ≥80 years) with cancer undergoing major abdominal surgery: a retrospective cohort study. *Ann Surg Oncol.* 2023;30:1-11.

Boon K, Bislenghi G, D'Hoore A, Boon N, Wolthuis AM. Do older patients (>80 years) also benefit from ERAS after colorectal resection? A safety and feasibility study. *Aging Clin Exp Res.* 2021;33:1345-1352.

DEVELOPING MULTILINGUAL NATURAL LANGUAGE PROCESSING FRAMEWORKS FOR ENHANCED ACCESS TO NIGERIA'S INDIGENOUS KNOWLEDGE ARCHIVES

Tanimu BALA

Aliko Dangote University of Science and Technology Wudil, Faculty of Science and Technology Education, Department of Computing and Mathematics Education, Kano, Nigeria

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7598-6316

Hasiya Salihu YUSUF

Aliko Dangote University of Science and Technology Wudil, Faculty of Science and Technology Education, Department of Library and Information Science, Kano, Nigeria

Dr. Usman HASSAN

Aliko Dangote University of Science and Technology Wudil, Faculty of Science and Technology Education, Department of Library and Information Science, Kano, Nigeria

ABSTRACT

Nigeria's cultural heritage institutions house vast archives of indigenous knowledge—historical manuscripts, oral records, and artifacts—critical to national identity and scholarly research. Yet, linguistic fragmentation (500+ languages), colonial-era documentation biases, and analog formats restrict access, risking irreversible cultural erosion. This study pioneers context-aware Natural Language Processing (NLP) frameworks to unlock Nigeria's archival wealth. We address gaps in low-resource language processing, focusing on Hausa, Yoruba, and Igbo, while integrating community-centric design for equitable access. A mixed-methods approach was employed: Data Curation: Digitized and annotated 5,000+ documents from Nigerian National Archives and university collections, spanning colonial records to indigenous scripts. NLP Pipeline: Developed hybrid models for: Optical Character Recognition (OCR) of handwritten/historical texts. User Evaluation: Co-designed interfaces with rural/urban communities (n=120) via focus groups, assessing usability, linguistic accuracy, and cultural resonance. Key Findings: Hybrid NLP models achieved 89% F1-score in named entity recognition for Yoruba manuscripts. Semantic search recall improved by 47% for Hausa-English code-switched queries versus keyword-only systems. Community feedback highlighted voice-enabled access and visual metadata as critical for low-literacy users. This work delivers: OKP-Nigeria (Open Knowledge Platform): An open-source toolkit for archiving institutions, enabling multilingual search/retrieval via web/IVR. Proposes national standards for digitizing endangered linguistic heritage. Conclusion: NLP—when linguistically adapted and ethically deployed—can democratize Nigeria's archival treasures. Future work will expand to other languages, advocating for AI as a tool of cultural reclamation.

Keywords: Natural Language Processing, Indigenous Knowledge, Digital Archives, Low-Resource Languages, Decolonial AI.

INTRODUCTION

Nigeria's rich tapestry of indigenous knowledge archives constitutes an invaluable repository of profound historical, cultural, and scholarly significance. These archives encapsulate centuries of accumulated wisdom, traditional practices, unique philosophical systems, intricate social structures, and vital environmental understanding developed by diverse communities across the nation. However, despite their immense value, these critical resources remain largely inaccessible and underutilized, locked away by a confluence of persistent barriers rooted in the country's complex sociolinguistic landscape, enduring colonial legacies, and significant technological limitations (Bala et al., 2023).

This inaccessibility is primarily driven by Nigeria's extraordinary linguistic diversity. With over 500 distinct languages spoken across its vast territory, the sheer multiplicity presents a formidable challenge for systematic preservation, documentation, and digitization efforts. Languages like Hausa, Yoruba, and Igbo, despite having large speaker populations, are still categorized as technologically "low-resource" within the global digital sphere (Yusuf & Hassan, 2023). This status means they lack the extensive digitized corpora, sophisticated computational tools, standardized orthographies readily processed by machines, and specialized human expertise readily available for dominant global languages like English. The situation is exponentially more acute for Nigeria's numerous minority languages, many of which face endangerment and have minimal digital footprint, making their inclusion in archival projects exceptionally difficult and resource-intensive. Translating and processing materials across this vast linguistic spectrum requires specialized, often underdeveloped, multilingual capabilities.

Compounding the linguistic challenge is the profound and lingering impact of colonial-era documentation practices. Historically, colonial administrations systematically prioritized English as the sole language of governance, education, and official record-keeping. Indigenous languages and knowledge systems were frequently marginalized, suppressed, or deemed inferior, leading to documentation that was often conducted externally, selectively, and through the distorting lens of colonial perspectives (Nakata, 2007). Much of the existing archival material from this period resides in English, reflecting colonial priorities rather than indigenous worldviews. Furthermore, early documentation often focused on aspects deemed relevant to colonial administration, neglecting vast swathes of cultural, spiritual, and ecological knowledge. This historical bias not only fragmented the archival record but also created a foundational disconnect between the languages of the archives (often English) and the languages of the communities who generated the knowledge, hindering contemporary access and understanding.

Technological limitations further exacerbate these challenges. Many existing digitization tools, optical character recognition (OCR) systems, and digital repository platforms are primarily designed for major world languages with consistent scripts and abundant training data. They frequently perform poorly or fail entirely when confronted with the unique scripts, diacritics, and structural features of many Nigerian languages. The lack of affordable, robust, and linguistically adaptable digitization infrastructure within Nigeria creates a significant bottleneck. Moreover, ensuring long-term digital preservation, metadata creation in multiple languages, and building user-friendly multilingual access interfaces demands resources and technical expertise that are often scarce.

Addressing this critical gap is the central focus of this study. It moves beyond merely acknowledging these multifaceted barriers to actively developing practical solutions. The research aims to design and implement innovative multilingual Natural Language Processing (NLP) frameworks specifically engineered for the Nigerian context. These frameworks will be meticulously tailored to navigate the country's intricate linguistic diversity, encompassing major languages like Hausa, Yoruba, and Igbo while incorporating strategies for including minority languages where feasible. Crucially, they will be culturally sensitive, designed to respect and accurately represent indigenous knowledge structures and epistemologies often misrepresented or omitted in colonial records. By creating these tailored technological solutions, the study strives to dismantle the barriers of language, history, and technology, thereby ensuring equitable, widespread, and meaningful access to these irreplaceable national and global heritage resources for communities, scholars, and future generations alike.

Background and Significance

The preservation of indigenous knowledge transcends the realm of a purely academic exercise; it represents a fundamental and urgent endeavor for cultural survival and continuity. Indigenous Knowledge Systems (IKS) constitute the very bedrock of community identity, resilience, and worldview, encompassing a vast and intricate array of practices and understandings honed over millennia. This includes, but is far from limited to, sophisticated traditional medicine utilizing local flora and fauna with profound therapeutic knowledge, sustainable agricultural practices finely tuned to specific ecosystems and climatic patterns, rich folklore comprising myths, legends, proverbs, songs, and oral histories that encode ethical codes and social norms, and unique governance systems and conflict resolution mechanisms rooted in communal values and ancestral wisdom (Smith, 2019). Crucially, this invaluable corpus of knowledge has traditionally been sustained through predominantly oral transmission—passing wisdom from elders to youth in communal settings—or recorded in fragile analog formats like handwritten manuscripts, symbolic artifacts, or ephemeral performances, making it inherently vulnerable to loss.

This vulnerability is acutely heightened by the powerful forces of rapid urbanization and pervasive globalization sweeping across Nigeria. As populations increasingly migrate to cities seeking economic opportunities, the traditional rural settings where indigenous knowledge is nurtured and practiced are disrupted. The social structures supporting knowledge transmission, particularly the vital elder-youth apprenticeship models, weaken significantly. Concurrently, globalization promotes dominant Western paradigms; often marginalizing local knowledge as outdated or inferior, especially in the eyes of the younger generations increasingly influenced by global media, formal education systems prioritizing Western knowledge, and digital cultures (Adeleke et al., 2021). This creates a dangerous intergenerational gap, where youth may lack the context, opportunity, or perceived value to learn traditional practices, leading to the accelerated erosion and potential extinction of irreplaceable cultural heritage and practical wisdom essential for local adaptation and identity.

In this critical context, digitization coupled with advanced Natural Language Processing (NLP) emerges as a highly promising, even essential, solution to counteract this erosion and enable wider preservation and dissemination. Digitization offers the means to capture, store, and archive vulnerable oral traditions and analog records in durable digital formats, creating permanent repositories. NLP technologies, in turn, hold the potential to process, analyze,

translate, annotate, and make searchable these vast digital collections, unlocking their content for broader audiences. However, the successful application of these technologies is absolutely contingent upon their design incorporating deep linguistic and cultural sensitivity (Mohamed et al., 2020). Off-the-shelf tools developed for dominant languages often fail spectacularly with Nigeria's diverse, low-resource languages and their unique grammatical structures, vocabularies, and scripts. More critically, technologies must avoid perpetuating colonial biases by respecting the ontological frameworks, context-specific meanings, and inherent cultural protocols governing the access and use of indigenous knowledge. Truly effective preservation requires collaborative, community-centered approaches where digitization and NLP frameworks are co-designed with knowledge holders, ensuring technologies serve as respectful enablers of cultural continuity rather than instruments of further alienation or misrepresentation.

Research Objectives

1. To develop hybrid NLP models for processing handwritten and historical texts in Nigerian languages, focusing on Hausa, Yoruba, and Igbo.

2. To evaluate the effectiveness of these models in improving access to indigenous knowledge archives through metrics such as OCR accuracy, NER performance, and semantic search recall.

3. To propose community-centric design principles for equitable access, ensuring that the tools developed are usable by both urban and rural populations, including those with low literacy levels.

Research Questions

1. How can hybrid NLP models be optimized for low-resource Nigerian languages?

2. What are the key challenges in digitizing and processing historical and handwritten texts in these languages?

3. How can community feedback be integrated into the design of NLP tools to ensure cultural resonance and usability?

LITERATURE REVIEW

Indigenous Knowledge and Digital Archives

Indigenous knowledge archives represent far more than static repositories; they are dynamic, living systems critical for the vital preservation of irreplaceable cultural heritage and the active fostering of collective identity and continuity across generations (Smith, 2019). These archives encapsulate unique worldviews, deep ecological understanding, sophisticated social structures, spiritual beliefs, and practical wisdom developed over millennia by communities intrinsically linked to their specific environments. Their preservation is thus not merely an act of historical documentation, but a fundamental act of cultural resilience and self-determination.

However, the historical trajectory of archiving Indigenous knowledge is deeply entangled with colonial power structures and epistemologies. Colonial documentation practices were rarely neutral or collaborative; they were frequently driven by agendas of control, resource extraction, and cultural assimilation. This resulted in the systematic marginalization of local languages and perspectives within the archival record (Nakata, 2007). Knowledge was often selectively

recorded, misinterpreted, decontextualized, and filtered through the lens of the colonizer's language (typically English, French, or Portuguese) and worldview. Indigenous voices were silenced or relegated to the status of "informants," while colonial administrators or anthropologists positioned themselves as the authoritative interpreters. This process created a profound and enduring bias, distortion, and fragmentation within the archival corpus, obscuring Indigenous agency and presenting knowledge through an external, often reductive, framework. The archives themselves, housed in distant institutions, became physically and conceptually inaccessible to the communities whose heritage they purported to represent.

Digital archives offer significant transformative potential to address some of these historical challenges. They promise enhanced accessibility, broader dissemination, sophisticated search capabilities, powerful tools for linguistic analysis, and new possibilities for collaborative curation across geographical distances. Digitization can help repatriate knowledge virtually, even if physical artifacts remain elsewhere. However, this technological solution is not inherently neutral or emancipatory. Without critical awareness and deliberate design, digital archives risk unwittingly perpetuating and even amplifying colonial biases (Bala & Yusuf, 2022). Simply transferring historically biased physical records into a digital format does little to address the underlying epistemic injustice; it merely makes the flawed record more accessible.

Therefore, realizing the true potential of digital archives for Indigenous knowledge requires fundamentally culturally sensitive and decolonizing approaches. This necessitates moving beyond technical digitization skills to engage deeply with Indigenous ontologies, epistemologies, and data sovereignty principles. A crucial, often overlooked, aspect is the design and implementation of metadata schemas – the systems used to describe, categorize, and organize the archived materials (Yusuf & Hassan, 2023). Standard metadata frameworks (like Dublin Core) are typically rooted in Western, library-science traditions and hierarchical categorization systems that may be fundamentally alien or inadequate to represent the relational, contextual, and holistic nature of Indigenous knowledge. Imposing these frameworks replicates colonial patterns of control over knowledge organization. Culturally sensitive archiving demands that metadata schemas be adapted, co-created, or entirely re-imagined to reflect Indigenous categorization systems, terminologies, relationships, and protocols governing knowledge access and use. This might involve incorporating community-defined keywords, respecting kinship structures in organizing knowledge, acknowledging the seasonal or ecological context crucial for understanding, and embedding protocols that respect cultural restrictions on certain types of knowledge. This shift is essential to ensure the digital archive becomes a space that genuinely respects and revitalizes Indigenous ways of knowing, rather than another mechanism of epistemic domination.

NLP Advancements and the Challenge of Low-Resource Languages

The field of Natural Language Processing (NLP) has witnessed remarkable advancements in recent years, driven by deep learning and the availability of massive datasets. However, this progress has been highly unevenly distributed, primarily concentrating on high-resource languages such as English, Mandarin, and Spanish (Joshi et al., 2020). This focus stems from the economic incentives of large tech markets, the widespread availability of extensive digital corpora, standardized linguistic resources, and well-established research communities. Consequently, the vast majority of the world's languages, classified as low-resource languages

due to a critical scarcity of digital data, computational tools, and dedicated research, remain severely underserved. This technological disparity creates a significant digital language divide, exacerbating existing inequalities by limiting access to information technologies, educational resources, and digital services for speakers of these languages, effectively silencing them in the digital sphere.

Addressing the unique challenges of low-resource languages requires moving beyond simply applying models designed for resource-rich contexts. Recent research strongly underscores the necessity for innovative hybrid approaches that strategically combine rule-based techniques with modern machine learning (ML) methodologies (Adeleke et al., 2021). Relying solely on large, annotated datasets for supervised deep learning is often impractical for low-resource settings, where such datasets are prohibitively expensive or impossible to create at scale. Rule-based systems, leveraging linguistic expertise to encode grammatical rules, morphological analyzers, and syntactic patterns, provide crucial foundational structure and domain-specific knowledge. These can be effectively integrated with data-driven ML techniques – such as leveraging transfer learning from related languages, employing semi-supervised or unsupervised learning paradigms, or utilizing carefully crafted synthetic data – to overcome the annotated data bottleneck. This hybrid paradigm allows for the development of more robust and accurate NLP tools (e.g., for part-of-speech tagging, named entity recognition, or machine translation) by making efficient use of limited resources while incorporating vital linguistic insights often absent from purely statistical models.

Multilingual pre-trained language models (PLMs), such as BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) and its variants, represent a promising avenue. Fine-tuning these multilingual models (e.g., mBERT, XLM-R) on available data from specific low-resource languages has demonstrably yielded encouraging results for languages like Yoruba and Hausa (Bala et al., 2023). These models learn cross-lingual representations during pre-training on massive, diverse corpora, enabling them to transfer some linguistic knowledge to target languages, even with relatively small fine-tuning datasets. However, significant persistent challenges hinder their effectiveness and broad applicability. A major hurdle is the proficient handling of code-switched texts – utterances or documents that fluidly mix multiple languages within a single communicative act (e.g., blending English with Yoruba in Nigerian urban communication). PLMs often struggle to accurately parse, tag, or translate such mixed-language data, which is incredibly common in multilingual societies. Furthermore, dialectal variations pose substantial difficulties. Languages like Hausa or Igbo exhibit considerable regional diversity in pronunciation, lexicon, and grammar. A model trained primarily on one standardized dialect may perform poorly on others, failing to capture the rich linguistic tapestry of actual language use. These challenges highlight that simply applying existing multilingual PLMs is insufficient; it necessitates developing models with explicit architectural or training enhancements for code-switching awareness and dialectal robustness, alongside continued efforts in creating representative, high-quality datasets that reflect these complex linguistic realities.

Decolonial AI

Decolonial AI represents a fundamental and necessary paradigm shift within technology development, prioritizing the ethical deployment of artificial intelligence specifically to redress deep-seated historical inequities and colonial legacies embedded within global power structures (Mohamed et al., 2020). This approach moves far beyond simply mitigating bias reactively; it proactively seeks to dismantle systems of oppression by fundamentally reorienting who holds

power and agency in the creation and governance of AI technologies. Central to this philosophy is the imperative to center the voices, experiences, and self-determined needs of historically marginalized communities throughout the entire AI lifecycle – from initial conceptualization and research design to implementation, deployment, and ongoing oversight (Smith, 2019).

This community-centered model stands in stark contrast to traditional top-down development. It demands that AI systems are not merely accessible to marginalized populations but are actively co-created and stewarded by them. The goal is to ensure these technologies genuinely serve their specific needs, aspirations, and cultural contexts, rather than inadvertently replicating or even amplifying existing societal power imbalances, extractive practices, and epistemic injustices (Smith, 2019). This requires a sustained commitment to equitable partnerships, resource sharing, and recognizing community expertise as equally valid to technical expertise.

Within the specialized field of Natural Language Processing (NLP), the principles of Decolonial AI translate into concrete, non-negotiable practices concerning language representation and interaction. Crucially, it necessitates the meaningful involvement of native speakers and language community members in every critical stage. This includes:

1. Dataset Annotation & Curation: Native speakers must lead or deeply inform the collection, cleaning, and labeling of linguistic data to ensure cultural nuance, context, and semantic richness are accurately captured, avoiding harmful stereotypes or misinterpretations imposed by outsiders
2. Model Evaluation & Validation: Beyond standard technical metrics, models must be rigorously assessed by native speakers for real-world performance, cultural appropriateness, potential biases (e.g., dialectal discrimination, offensive outputs), and alignment with the community's communicative norms and values.
3. Interface & Interaction Design: User interfaces and interaction paradigms must be designed with and for the target language communities, respecting linguistic diversity, preferred interaction styles, accessibility needs, and local socio-technical contexts to ensure usability and genuine utility (Bala, Yusuf & Hassan, 2023).

Ultimately, Decolonial AI in NLP is about restoring agency over language and technology to the communities whose languages and cultures are being processed, moving away from exploitative data extraction towards respectful collaboration and technological empowerment grounded in equity and justice.

METHODOLOGY

Research Design

This study employed a mixed-methods approach, combining quantitative analysis of NLP model performance with qualitative insights from community engagement. The research was conducted in three phases: data curation, NLP pipeline development, and user evaluation.

Data Collection

Sources: The primary sources of data were the Nigerian National Archives and university collections, which house a diverse range of materials, including colonial records, indigenous manuscripts, and oral history transcripts.

Sample: Over 5,000 documents were digitized and annotated, with a focus on Hausa, Yoruba, and Igbo texts. The sample included both printed and handwritten materials, some of which were degraded due to age and poor storage conditions.

NLP Pipeline

1. OCR for Handwritten Texts: A hybrid approach was used, combining Tesseract OCR with custom-trained language models to improve accuracy for historical and handwritten texts.

2. Named Entity Recognition (NER): Fine-tuned BERT variants were developed for Hausa, Yoruba, and Igbo, leveraging transfer learning to address the scarcity of annotated data.

3. Semantic Search: Multilingual embeddings were used to handle code-switched queries, enabling users to search in a mix of English and indigenous languages.

User Evaluation

Participants: 120 users from rural and urban communities participated in focus groups and usability testing sessions.

Methods: Focus groups were conducted in local languages, and participants were asked to interact with prototype interfaces for the OKP-Nigeria platform.

Metrics: Key metrics included linguistic accuracy, cultural resonance, and accessibility, with a focus on the needs of low-literacy users.

RESULTS

OCR Accuracy

The hybrid OCR models achieved 92% accuracy for printed texts and 78% for handwritten manuscripts. The lower accuracy for handwritten texts was attributed to variations in handwriting styles and degradation of older materials.

NER Performance

The fine-tuned BERT models achieved the following F1-scores:

- Yoruba: 89%
- Hausa: 85%
- Igbo: 82%

These results demonstrate the feasibility of using transfer learning for low-resource languages, though dialectal variations remain a challenge.

User Feedback

Community feedback highlighted the importance of voice-enabled interfaces and visual metadata for low-literacy users. Participants also emphasized the need for culturally relevant design elements, such as the use of local symbols and color schemes.

Discussion

This study demonstrates the significant feasibility and practical utility of implementing multilingual NLP frameworks specifically tailored for the complex linguistic and historical landscape of Nigerian archival collections. Key technical successes were observed in two critical areas: Firstly, the semantic search functionality proved highly effective, enabling users to retrieve contextually relevant information across digitized documents in multiple major Nigerian languages (e.g., Yoruba, Hausa, Igbo), overcoming simple keyword matching. Secondly, the Named Entity Recognition (NER) systems achieved commendable levels of accuracy in identifying and classifying culturally specific entities such as historical figures, indigenous place names, pre-colonial institutions, and local events within the digitized texts. These successes validate the core approach of integrating multilingual capabilities directly into the archival access infrastructure.

Nevertheless, substantial challenges persist and require focused attention for future development. A primary technical hurdle remains the Optical Character Recognition (OCR) processing of historically degraded texts. Many archival documents suffer from age-related deterioration, including faded ink, paper foxing, physical damage, and poor-quality original printing or handwriting. Current OCR engines, often optimized for modern, clean print, struggle significantly with these variations, leading to high error rates that propagate through downstream NLP tasks like search and NER, potentially obscuring valuable historical content or introducing inaccuracies. Furthermore, effectively handling the rich tapestry of dialectal variations within Nigeria's major languages presents an ongoing difficulty. The frameworks, while robust across standardized forms, showed reduced performance when encountering significant lexical, syntactic, or semantic differences inherent to specific regional or social dialects (e.g., distinct Igbo dialects). Capturing this linguistic diversity is crucial for ensuring comprehensive access and accurate representation of the historical record contained within the archives.

Crucially, feedback gathered directly from community stakeholders and potential end-users during pilot deployments underscored a vital, non-technical imperative: inclusive design. It was emphatically highlighted that the accessibility and usability of these digital tools must extend to all potential users, irrespective of their formal literacy levels or technological familiarity. This necessitates moving beyond purely text-based interfaces and considering multimodal interaction paradigms – such as incorporating voice input/output in local languages, intuitive visual navigation, simplified iconography reflecting local contexts, and robust support for community languages often excluded from mainstream tech. True inclusivity means ensuring that elderly community historians, oral tradition custodians, and individuals with varying literacy can engage meaningfully with their digitized heritage, avoiding the creation of new

digital divides while attempting to bridge historical ones. This community-driven insight fundamentally shapes the ethical deployment and long-term societal impact of the technology.

Conclusion

This study represents a significant advancement in the application of Natural Language Processing (NLP) technologies to the critical domain of low-resource and historically marginalized languages, specifically within the rich and diverse linguistic landscape of Nigeria. By successfully developing and implementing tailored multilingual frameworks, the research demonstrates concrete pathways to overcome the persistent digital exclusion faced by many African languages. Crucially, it establishes the practical viability and transformative potential of NLP as a tool for active cultural preservation and heritage revitalization. The introduction of the OKP-Nigeria (Open Knowledge Platform for Nigeria) stands as a core achievement, providing a concrete, accessible digital infrastructure specifically designed to safeguard and democratize access to invaluable linguistic and cultural artifacts contained within Nigerian archives. This platform moves beyond mere digitization; it fosters meaningful engagement with cultural heritage, empowering communities to connect with their history on their own linguistic terms.

Looking forward, several critical avenues for future work emerge to build upon this foundation and maximize impact:

1. Expanding Language Coverage: Immediate efforts will focus on extending the platform's multilingual capabilities to encompass a significantly broader range of Nigerian languages, particularly those identified as critically endangered or severely under-resourced. This necessitates dedicated research into efficient adaptation techniques for languages with minimal digital corpora, potentially leveraging transfer learning from related languages and intensive community collaboration for data collection and validation. Special attention is required for languages spoken by smaller ethnic groups and those with complex tonal systems or unique orthographies.

2. Advocacy for National Policy Adoption: A parallel and equally vital strand of future work involves proactive advocacy directed at governmental and cultural heritage institutions. The goal is the formal adoption and implementation of the comprehensive national standards proposed by this study for the ethical digitization, documentation, and digital preservation of Nigeria's endangered linguistic heritage. This requires translating research findings into clear policy briefs, engaging stakeholders across ministries (Culture, Education, Information Technology), and demonstrating the tangible societal benefits – including cultural continuity, educational enrichment, and national identity strengthening – that such standardized, community-informed practices would deliver. Securing sustainable funding mechanisms for long-term preservation efforts will be integral to this advocacy.

Ultimately, this work underscores that technological innovation, when grounded in principles of linguistic justice and decolonial practice, can be a powerful force for cultural resilience. The OKP-Nigeria initiative provides a replicable model, demonstrating that overcoming the challenges of low-resource language NLP is not only feasible but essential for ensuring a truly inclusive digital future where all linguistic heritage thrives. The journey towards comprehensive preservation demands continued technological refinement, unwavering community partnership, and decisive policy action.

References

Adeleke, O., Ogunleye, G., & Adebayo, S. (2021). Hybrid NLP models for African languages. Journal of African Linguistics, 12(3), 45-60.

Bala, T., & Yusuf, H. S. (2022). Decolonizing digital archives: A Nigerian perspective. International Journal of Information Ethics, 18(2), 112-125.

Joshi, P., Santy, S., Budhiraja, A., Bali, K., & Choudhury, M. (2020). The state and fate of linguistic diversity and inclusion in the NLP world. Proceedings of ACL, 6282-6293.

Mohamed, S., Png, M. T., & Isaac, W. (2020). Decolonial AI: Epistemic justice in machine learning. arXiv preprint arXiv:2006.12593.

Nakata, M. (2007). Disciplining the savages, savaging the disciplines. Aboriginal Studies Press.

Smith, L. T. (2019). Decolonizing methodologies: Research and Indigenous peoples (3rd ed.). Zed Books.

Yusuf, H. S., & Hassan, U. (2023). Community-centric design for digital archives. Journal of Library Innovation, 14(1), 33-48.

GLOBAL CITIZENS, NATIONAL TIES: THE INDIAN DIASPORA AND ITS EVOLVING INFLUENCE

Dr. (Lecturer) Ulaş Kutsi Çezik

Karadeniz Technical University Faculty of Economics and Administrative Sciences International Relations

Assistant Professor Yücel Bulut Karadeniz

Technical University Faculty of Economics and Administrative Sciences International Relations

ABSTRACT

This study explores the historical evolution and current dynamics of the Indian diaspora, with a focus on the Gulf Cooperation Council (GCC) countries—Bahrain, Kuwait, Oman, Qatar, Saudi Arabia, and the United Arab Emirates. The concept of diaspora, once limited to specific communities like Jews and Africans, has broadened significantly since the 1970s to include diverse migration patterns including trade and labor diasporas. India, now the most populous nation with over 1.441 billion people, also has the world's largest diaspora, with an estimated 35 million Indians living abroad as of 2024. The spread of English, a legacy of British colonialism, has facilitated global integration and professional mobility for Indians since the mid-20th century.

The Indian diaspora plays a vital role in global remittances, contributing significantly to India's economy, with remittance inflows rising in tandem with global migration. Early scholarly works examined the origins and challenges of Indian migration, from indentured laborers in colonial plantations to discrimination in urban life. Since the 2000s, India's government and academia have increasingly recognized the diaspora's developmental potential, spurring research and policy engagement.

Modern studies cover various dimensions—economic, cultural, gender, and identity—as well as country-specific dynamics. The diaspora's role during crises like COVID-19 and its influence on foreign direct investment and diplomacy reflect its growing strategic importance. This descriptive analysis synthesizes the latest data and literature, offering an updated perspective on the Indian diaspora's multifaceted contributions, with special emphasis on the Indian community in the GCC region.

Key Words: India, Diaspora, Diaspora History, Gulf Countries, Remittance.

INTRODUCTION

First example of diaspora can be traced back as early as 586 BCE, with the Jewish Babylonian Exile(Britannica, 2024), serving as a significant historical example. However, the term has gained considerable popularity in the social sciences—spanning fields such as political studies, international relations, history, sociology, and beyond—since the late 20th century (Naimou, 2023). Initially, "diaspora" was used to describe specific groups, such as Jews and Africans, who experienced historical exile and migration. By the 1970s, the term's scope expanded to

include religious minorities. Over time, the concept has broadened significantly, incorporating various subcategories based on the reasons for migration, such as trade diasporas like the Chinese, or labor migration diasporas exemplified by the Turkish and Mexican communities (Bauböck & Faist, 2010, s. 12). In this descriptive study, we will delve into various aspects of the Indian diaspora within the Gulf Cooperation Council (GCC) countries based on the literature works.

As the most populous country in the world, India surpassed China in 2023 with a population of 1.425 billion,(UN DESA Policy Brief No. 153, 2023) and by 2024, its population has grown to over 1.441 billion(*India's diaspora is bigger and more influential than any in history*, 2023). According to United Nations projections, India's population will continue to rise until 2064, reaching a peak of approximately 1.697 billion. After that point, India is expected to experience a gradual population decline(*India Population 1950-2024*, t.y.). Although being a British colony for centuries left many painful memories for Indians, one lasting benefit was the adoption of English. As English being lingua France for over 100 years now and widely used for international communication, it has given Indian diaspora an advantage since the mid-1900s. This has been a significant factor in enabling the country to connect with the rest of the world(*English Language Education in India*, 2021). As India's population grows, its influence continues to expand in areas such as the economy, international relations, military power, and cultural impact. India's diaspora has also seen significant growth, becoming the largest in the world since 2010. By 2020, 18 million of the 281 million global migrants were of Indian origin. According to the United Nations' biannual *World Migration Report*, global remittances have risen from $128 billion in 2000 to $857 billion by 2023 (*Interactive World Migration Report 2024*, t.y.; *Remittances*, 2024) which indicates almost 7.5 times growth in the remittances. This situation has helped Indian remittances inflow to increase. According to the Indian government's official website, the population of Indians living abroad has reached approximately 35 million as of 2024 (*India: Number of Overseas Indians*, 2024), gives India significant influence as the largest diaspora in the world and having highest remittances in the world.

INDIAN DIASPORA STUDIES IN DIFFERENT AREAS

Diaspora studies and numerous academics have examined the Indian diaspora from various perspectives across different time periods. An early article on Indian migration, titled *Migration and Social Change: A Survey of Indian Communities Overseas* by Jayawardena Chandra, provides a step-by-step analysis of the origins of Indian emigration, population distribution in selected countries (excluding European countries), working conditions, and the transfer of Indian labor to British, Dutch, and French colonies. The article also explores the impact of this migration on both the Indian diaspora and the host countries(Jayawardena, 1968).

One of the key books that examines the first wave of Indian workers in late 19th and early 20th-century plantation colonies is *Girmitiyas and the Global Indian Diaspora*, edited by Ashutosh Kumar and Crispin Bates. The book's chapters provide detailed insights into the lives, legacy, and identity issues of "Girmitiyas" or indentured laborers(Kumar & Bates, 2024). By 1970s Indian diaspora with other East Asian nations becoming more visible around world and United States of America, Hugh Tinker has evaluated the condition and experience of Indian subcontinent for discrimination in urban life in its work *The Banyan Tree: Overseas Emigrants From India, Pakistan and Bangladesh*(Tinker, 1977).

The historical conditions in Mauritius, South and East Africa, the Caribbean, and other countries inspired Hugh Tinker to examine the condition of Indian labor from a historical perspective. This led to his work, *A New System of Slavery: The Export of Indian Labor Overseas 1830–1920*(Tinker, 1974). As another aspect of Indian people life *Ayahs, Lascars*

and Princes: Indians in Britain 1700-1947 written by Rozina Visram in 1986 which was the first book explained ordinary Indians life during 1700 to freedom in 1947 in Great Britain(Visram, 1986). While historic perspective was widely discussed by many scholars, the current situation of diaspora was not a big concern for governments until recent decades. Indian government did not address the diaspora's life and economic conditions and achievements until the late 1990s. In the year 2000, with government's support under the chairmanship of Dr. L. M. Singhvi, a high-level committee was established to examine the global Indian diaspora, including their challenges, expectations, and success stories. This marked the first government initiative in India focused specifically on the diaspora(Singhvi, 2001).

Since the beginning of the 21st century, the number of diaspora studies has continued to increase, with a growing focus on specific economic, geographic, and political areas. As a result of this rise in research, a comprehensive work titled *The Encyclopedia of the Indian Diaspora* was compiled, featuring contributions from 60 authors. This work covers 44 countries with which Indians have any connections(Lal, 2006). Some studies, on the other hand, focused on the value of the diaspora for their homeland, India, as their migration was previously viewed as harmful to the country. The changing perspective and its potential positive effects were discussed in *Diaspora Engagement in India: From Non-Required Indians to Angels of Development* (2013)(Hercog & Siegel, 2013). Research papers such as *The Role of Diaspora in Attracting Indian Outward FDI*, using data from 1999 to 2008, aimed to demonstrate the crucial impact of the diaspora on foreign direct investment and its role in India's development(Anwar & Mughal, 2013). In this study aim is to create a descriptive understanding of the Indian diaspora

COVID-19 AND OTHER FACETS OF STUDIES ON INDIAN DIASPORA

During the challenging times of the COVID-19 pandemic, which affected both the world and India, the diaspora demonstrated significant support for their home country. This was analyzed in the study *Reimagining Diaspora Diplomacy During the COVID-19 Crisis in India*(Jindal vd., 2023). The diaspora's impact was not always limited to direct economic contributions. Some studies focused on Indian life, culture, and the struggles of Indians to maintain their identity abroad, making these topics a matter of academic discussion. *Seeing Indian, Being Indian: Diaspora, Identity, and Ethnic Media* explored this subject using the gratifications theoretical framework(Somani & Guo, 2018). Apart from culture and economy, another perspective on the diaspora focused on the role of women, which was discussed in studies such as *Women and Religion in the Indian Diaspora*(Pandey, 2021), and *Role of Women in Preserving Indian Culture and Identity in Diaspora*(Khara & Satapathy, 2022). Alongside general diaspora studies from various perspectives, the geographical and country-specific focus of academic research has been remarkably diverse. Examples include *Indian Families: The Diaspora in the United States and Canada*(Segal, 2021), *Indian Diaspora in Central Europe*(Kugiel & Pędziwiatr, 2021), *Migration and Indian Diaspora in Western Europe*(Sharma, 2023), and *The Dynamic Role of the Indian Diaspora in Shaping India's Relationship with the Middle East*(Anshu, 2024).

Additionally, a valuable resource for researchers is the Arabian Gulf Digital Archive (available in English and Arabic), which contains a vast collection of documents from 1820 to 2004. This archive is a joint project between the National Archives of the United Arab Emirates and The National Archives of the United Kingdom(*Arabian Gulf Digital Archive*, t.y.).

Although the Indian diaspora and its effects in various areas have been extensively evaluated by many scholars, the dynamic nature of the diaspora and the ever-changing conditions that shape its influence remain subject to fluctuation. Therefore, the need for ongoing study and regular updates on data, relationships, conditions, and their impacts is crucial.

This descriptive study aims to provide an overview of the current state of the Indian diaspora, utilizing the most up-to-date data curated from international organizations, academic works, and reliable news sources. Special attention will be given to the Gulf Cooperation Council (GCC) countries—Bahrain, Kuwait, Oman, Qatar, Saudi Arabia, and the United Arab Emirates—as the primary focus areas.

CONCLUSION

In light of the aforementioned studies and the growing expectations for India to enhance its visibility and effectiveness in the Gulf Cooperation Council (GCC) countries, the broader Middle East, and globally, it is reasonable to anticipate that the Indian diaspora will play an increasingly influential role—not only within India but also across the international stage. As the country with the largest diaspora population in the world, India is poised to witness a progressive increase in the political and socio-economic influence of its expatriate communities. This influence may become particularly pronounced in the domestic politics of host countries, especially when these nations undertake political actions that impact India either positively or negatively. Consequently, scholars and policymakers focusing on Indian foreign relations and international engagement must pay greater attention to the Indian diaspora and the conditions under which they live and operate.

REFERENCE LIST

Anshu, A. (2024). *Diaspora in MENA Region and Beyond* (1. bs). UJ Press. https://doi.org/10.36615/9781776489312

Anwar, A., & Mughal, M. (2013). The role of diaspora in attracting Indian outward FDI. *International Journal of Social Economics*, *40*(11), 944-955. https://doi.org/10.1108/IJSE-11-2011-0083

Arabian Gulf Digital Archive. (t.y.). Geliş tarihi 14 Ağustos 2024, gönderen https://www.agda.ae/en

Bauböck, R., & Faist, T. (2010). *Diaspora and Transnationalism Concepts, Theories and Methods*. Amsterdam University Press. https://www.jstor.org/stable/j.ctt46mz31

Britannica. (2024, Temmuz 21). *Diaspora Britannica*. https://www.britannica.com/topic/Diaspora-Judaism

English Language Education in India: How Aspirations for Social Mobility Shape Pedagogy | Economic and Political Weekly. (2021, Nisan 23). https://www.epw.in/engage/article/english-language-education-india-aspirations-pedagogy

Hercog, M., & Siegel, M. (2013). Diaspora Engagement in India: From Non-Required Indians to Angels of Development. Içinde M. Collyer (Ed.), *Emigration Nations: Policies and Ideologies of Emigrant Engagement* (ss. 75-99). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9781137277107_4

India: Number of overseas Indians by type 2024. (2024, Haziran 27). Statista. https://www.statista.com/statistics/1475343/india-number-of-overseas-indians-by-type/

India Population 1950-2024. (t.y.). Geliş tarihi 24 Haziran 2024, gönderen https://www.macrotrends.net/global-metrics/countries/IND/india/population

India's diaspora is bigger and more influential than any in history. (2023, Haziran 17). The Economist. https://www.economist.com/international/2023/06/12/indias-diaspora-is-bigger-and-more-influential-than-any-in-

history?utm_medium=cpc.adword.pd&utm_source=google&ppccampaignID=18151738051&ppcadID=&utm_campaign=a.22brand_pmax&utm_content=conversion.direct-response.anonymous&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwps-zBhAiEiwALwsVYZPk5mxp7uF1LE2xNhTVzGhrN5ZiDK6ODNjxNq3B-9m1aoKGWemD0xoCr5cQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

Interactive World Migration Report 2024. (t.y.). Geliş tarihi 08 Ağustos 2024, gönderen https://www.iom.int/wmr/interactive

Jayawardena, C. (1968). Migration and Social Change: A Survey of Indian Communities Overseas. *Geographical Review*, *58*(3), 426. https://doi.org/10.2307/212565

Jindal, R. M., Baines, L. S., & Mehjabeen, D. (2023). Reimagining diaspora diplomacy during the COVID-19 crisis in India. *International Health*, *15*(1), 93-100. https://doi.org/10.1093/inthealth/ihac019

Khara, N. K., & Satapathy, B. (2022). Role of Women in Preserving Indian Culture and Identity in Diaspora. *RESEARCH REVIEW International Journal of Multidisciplinary*, *7*(9), 74-80. https://doi.org/10.31305/rrijm.2022.v07.i09.011

Kugiel, P., & Pędziwiatr, K. (2021). Indian Diaspora in Central Europe. Içinde R. K. Jain (Ed.), *India and Central Europe: Perceptions, Perspectives, Prospects* (ss. 307-331). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2850-4_10

Kumar, A., & Bates, C. (Ed.). (2024). *Girmitiyas and the Global Indian Diaspora: Origins, Memories, and Identity*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009342605

Lal, B. V. (2006). *The encyclopedia of the Indian diaspora*. National university of Singapore.

Naimou, A. (2023). Introduction: Diaspora and Literary Studies. İçinde A. Naimou (Ed.), *Diaspora and Literary Studies* (1. bs, ss. 1-30). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108887946.001

Pandey, A. D. (2021). Women and Religion in the Indian Diaspora. Içinde *Research Anthology on Religious Impacts on Society* (ss. 416-430). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3435-9.ch020

Remittances. (2024, Haziran 27). Migration Data Portal. https://www.migrationdataportal.org/themes/remittances

Segal, U. A. (2021). Indian Families: The Diaspora in the United States and Canada. Içinde S. S. Chuang, R. Moodley, U. P. Gielen, & S. Akram-Pall (Ed.), *Asian Families in Canada and the United States: Implications for Mental Health and Well-Being* (ss. 141-159). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56452-0_9

Sharma, S. (2023). Migration and Indian Diaspora in Western Europe. Içinde R. K. Jain (Ed.), *India and Europe in a Changing World: Context, Confrontation, Cooperation* (ss. 547-564). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1114-1_17

Singhvi, L. M. (2001). *High Commission Report on Indian Diaspora.* Government of India.

Somani, I. S., & Guo, J. (2018). Seeing Indian, Being Indian: Diaspora, Identity, and Ethnic Media. *Howard Journal of Communications*, *29*(1), 63-82. https://doi.org/10.1080/10646175.2017.1327376

Tinker, H. (1974). *A New System of Slavery: The Export of Indian Labour Overseas, 1830-1920*. Institute of Race Relations.

Tinker, H. (1977). *The banyan tree: Overseas emigrants from India, Pakistan, and Bangladesh*. Oxford University Press.

UN DESA Policy Brief No. 153. (2023, Nisan 24). *UN DESA Policy Brief No. 153: India overtakes China as the world's most populous country | Department of Economic and Social Affairs*. United Nations. https://www.un.org/development/desa/dpad/publication/un-desa-policy-brief-no-153-india-overtakes-china-as-the-worlds-most-populous-country/

Visram, R. (1986). *Ayahs, Lascars, and Princes: Indians in Britain, 1700-1947*. Pluto Press.

ADVERSE DRUG REACTIONS ASSOCIATED WITH FIRST-LINE ANTI-TUBERCULOSIS THERAPY: A PROSPECTIVE PHARMACOVIGILANCE STUDY

MADHUMITHA.S

VIJITHA.V

Dr.K.RAJAGANAPATHY,FACULTY OF PHARMACY,BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESEARCH,SELAIYUR,CHENNAI

Abstract

Background: Tuberculosis (TB) remains a significant global health challenge, with first-line anti-TB drugs forming the cornerstone of treatment. However, these medications are often associated with adverse drug reactions (ADRs) that can affect patient adherence and treatment success.

Objective: To identify and evaluate the nature, frequency, severity, and outcomes of ADRs associated with first-line anti-TB therapy in a clinical setting.

Methods: This prospective observational study was conducted over 12 months at a tertiary care hospital. Adult patients diagnosed with pulmonary TB and initiated on first-line therapy (isoniazid, rifampicin, pyrazinamide, and ethambutol) were included. ADRs were identified through patient interviews, clinical examinations, and laboratory investigations, then assessed using the WHO-UMC causality scale and Hartwig's severity scale.

Results: Of the 200 patients enrolled, 136 (68%) experienced at least one ADR. The most common ADRs were hepatotoxicity (27%), gastrointestinal disturbances (21%), skin reactions (14%), and peripheral neuropathy (12%). According to the WHO-UMC scale, 62% of ADRs were classified as 'probable', 32% as 'possible', and 6% as 'certain'. Most reactions were moderate in severity; 18% required discontinuation or modification of therapy. Female patients and those over 50 years were more likely to experience ADRs ($p<0.05$).

Conclusion: ADRs are common during first-line anti-TB therapy and require proactive pharmacovigilance. Timely detection and management by pharmacists can significantly reduce treatment interruptions and improve outcomes.

Keywords: Tuberculosis, adverse drug reactions, first-line therapy, pharmacovigilance, hepatotoxicity, pharmacist intervention.

Introduction

Tuberculosis (TB) is a leading cause of infectious disease morbidity and mortality worldwide. According to the World Health Organization (WHO), an estimated 10.6 million people fell ill with TB in 2022, with 1.3 million deaths among HIV-negative people and an additional 214,000 deaths among HIV-positive individuals. The mainstay of TB treatment is a combination regimen of first-line anti-TB drugs—isoniazid, rifampicin, pyrazinamide, and ethambutol—administered for at least six months.Despite their efficacy, these medications can lead to a range of adverse drug reactions (ADRs), some of which can be severe enough to necessitate discontinuation or alteration of therapy. These ADRs not only impact the patient’s quality of

life but also contribute to poor adherence, leading to treatment failure, relapse, or drug resistance.ADRs are defined as any harmful or unintended response to a medication administered at normal doses. In the context of TB therapy, the risk of ADRs is heightened due to the prolonged treatment duration, the use of multiple drugs, and patient-specific factors such as age, nutritional status, comorbidities, and concurrent use of other medications. Hepatotoxicity is one of the most frequently encountered and potentially life-threatening ADRs during TB treatment, largely attributable to isoniazid, rifampicin, and pyrazinamide.Pharmacovigilance, particularly in resource-limited settings, plays a critical role in detecting, reporting, and managing ADRs. Pharmacists are in a unique position to lead such initiatives, ensuring patient safety and enhancing therapeutic outcomes. They serve as key healthcare providers in identifying early signs of ADRs, educating patients on symptom reporting, and facilitating timely interventions. By integrating pharmacists into TB care teams, treatment outcomes can be significantly improved through proactive monitoring and management of ADRs.Moreover, the incorporation of causality assessment tools such as the WHO-UMC scale and severity grading tools like Hartwig and Siegel's scale into routine practice enables objective evaluation and classification of ADRs. This, in turn, enhances clinical decision-making and supports the implementation of patient-specific interventions.

This study aims to systematically evaluate the ADRs associated with first-line anti-TB therapy, with a focus on incidence, type, severity, and patient outcomes. The findings are expected to reinforce the need for structured pharmacovigilance mechanisms and highlight the indispensable role of pharmacists in TB management.

Methods

This study employed a prospective, observational design and was conducted over a period of 12 months at the Department of Pulmonology in a tertiary care teaching hospital located in [Location]. The study was approved by the Institutional Ethics Committee (IEC Protocol No: [Insert number]) and was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and national ethical guidelines.

Study Population: All adult patients (≥18 years) diagnosed with newly detected pulmonary tuberculosis and started on the standard first-line anti-TB therapy under the DOTS (Directly Observed Treatment, Short-course) program were considered eligible. Patients with extrapulmonary TB, HIV co-infection, known hepatic or renal disease, and those on second-line or individualized regimens were excluded to minimize confounding factors.

Data Collection and Monitoring: Enrolled patients were followed for a minimum of six months or until completion of therapy. Data was collected at baseline and during monthly follow-up visits using a standardized case report form. Information included patient demographics (age, gender, weight), medical history, co-morbidities, laboratory parameters (LFTs, RFTs, CBC), and TB drug regimens. Patients were closely monitored for ADRs through physical examinations, symptom reporting, and regular lab tests.

Identification of ADRs: ADRs were identified through direct patient interviews during clinic visits, physician observations, and review of medical records. The clinical team, including pharmacists, reviewed all available data to identify signs and symptoms suggestive of an ADR.

Assessment Tools: Each suspected ADR was assessed for causality using the WHO-UMC Causality Assessment Scale, which categorizes reactions as certain, probable, possible, or unlikely. Severity of ADRs was graded using Hartwig and Siegel's Severity Assessment Scale, which classifies reactions into mild, moderate, or severe categories.

Management of ADRs: Based on the type and severity of the ADR, appropriate clinical interventions were undertaken. These included dose adjustment, drug substitution, temporary discontinuation, or symptomatic treatment. Patients requiring hospital admission due to ADRs were closely monitored and managed according to national TB treatment guidelines.

Data Analysis: Collected data were compiled and entered into Microsoft Excel and analyzed using SPSS version 26.0. Descriptive statistics such as means, percentages, and frequencies were used to summarize the data. Chi-square and Fisher's exact test were applied to assess the association of ADRs with demographic and clinical variables. A p-value less than 0.05 was considered statistically significant.

Results

Out of the 200 patients enrolled in the study, 136 (68%) experienced at least one adverse drug reaction during the course of treatment. A total of 202 ADRs were recorded, as some patients experienced multiple reactions. The most commonly observed ADRs were hepatotoxicity (54 cases; 27%), gastrointestinal disturbances (42 cases; 21%), skin-related reactions such as rash and itching (28 cases; 14%), peripheral neuropathy (24 cases; 12%), and visual disturbances (10 cases; 5%). Less frequent ADRs included arthralgia and generalized weakness.

Severity assessment using the Hartwig and Siegel scale revealed that 38% of ADRs were mild, 44% moderate, and 18% severe. Severe ADRs most commonly involved hepatotoxicity and required hospitalization or therapy modification. Causality assessment using the WHO-UMC scale classified 62% of ADRs as probable, 32% as possible, and 6% as certain.Subgroup analysis showed that ADRs were significantly more common in female patients ($p = 0.03$) and in patients aged over 50 years ($p = 0.01$). Among comorbidities, diabetes and alcohol use were associated with an increased risk of hepatotoxicity. Of the patients who experienced severe ADRs, 25% required temporary discontinuation of one or more TB drugs, and alternative regimens were implemented as per national guidelines.

Table 1: Frequency of Common ADRs Observed:

Type of ADR	Number of Cases	Percentage ©
Hepatotoxicity	54	27%
GI Disturbance	42	21%
Skin Reactions	28	14%
Peripheral Neuropathy	24	12%
Visual Disturbances	10	5%
Others	44	21%

Discussion

This study demonstrates that adverse drug reactions to first-line anti-TB medications are frequent and varied, with nearly two-thirds of patients affected. The high incidence of hepatotoxicity aligns with findings from previous Indian and global studies, underscoring the need for routine liver function monitoring, especially in older adults and those with comorbid conditions. Hepatotoxicity, in particular, remains a serious concern due to the overlapping hepatic metabolism of isoniazid, rifampicin, and pyrazinamide. The manifestation of liver toxicity often necessitates changes to therapy and can significantly affect treatment adherence.

The predominance of moderate and severe ADRs observed in our study suggests a need for structured pharmacovigilance systems in TB programs. These systems should include routine patient follow-up, laboratory monitoring, and documentation of all suspected ADRs. Importantly, the causality data show that the majority of reactions were at least 'probable', supporting the likelihood of a direct link with anti-TB drugs. This further reinforces the need for clinical vigilance and systematic recording of adverse events.Our findings emphasize the importance of integrating pharmacists into TB care teams. Pharmacists play a pivotal role in monitoring therapy, counseling patients, and managing ADRs. They are ideally positioned to perform medication reviews, educate patients about possible side effects, and collaborate with clinicians to implement alternative regimens when required. Pharmacist intervention can substantially reduce the severity and duration of ADRs, thereby enhancing treatment continuity and outcomes.The identification of demographic risk factors such as age and gender may help in tailoring monitoring strategies. In our study, patients over the age of 50 and female patients experienced higher rates of ADRs, suggesting a need for heightened vigilance in these subgroups. Additionally, comorbidities such as diabetes and alcohol use were associated with an increased risk of hepatotoxicity, highlighting the multifactorial nature of ADR development.

The integration of standardized assessment tools such as the WHO-UMC causality scale and Hartwig’s severity scale allowed for consistent and objective classification of ADRs. These tools are essential for evaluating the relationship between suspected drugs and clinical events, and should be adopted widely in national pharmacovigilance protocols.The study's limitations include its single-center design and the reliance on clinical judgment for ADR detection, which may lead to underreporting or misclassification. However, the prospective nature of the study, standardized data collection forms, and involvement of trained clinical pharmacists strengthen the validity of our findings. Future multicentric studies with larger sample sizes, longer follow-up periods, and the inclusion of pharmacogenomic analysis could offer deeper insights into the risk factors and mechanisms underlying ADRs.Overall, this study underscores the need for

strengthened pharmacovigilance infrastructure within TB control programs and reaffirms the vital role of pharmacists in improving patient safety and treatment success.

Conclusion

Adverse drug reactions associated with first-line anti-TB therapy are prevalent and can compromise treatment adherence and success. This study highlights the critical role of routine monitoring, patient education, and pharmacist involvement in identifying and managing ADRs. The findings emphasize that hepatotoxicity and other serious ADRs are not only common but often predictable based on patient risk factors, such as age, gender, and comorbid conditions.Timely detection and proper management of ADRs can prevent unnecessary treatment interruptions, reduce hospitalizations, and ensure better adherence to therapy. This, in turn, contributes to improved treatment outcomes and a reduction in drug-resistant TB cases. The high proportion of 'probable' and 'certain' ADRs observed in this study suggests a strong need for systematic causality assessments during therapy.Pharmacists are integral to the pharmacovigilance framework and should be actively involved in TB programs to conduct ADR surveillance, educate patients, and support clinical decisions. Establishing a robust pharmacovigilance infrastructure—particularly in high-burden and resource-limited settings—will enhance the overall effectiveness of national TB control efforts.In conclusion, proactive pharmacovigilance involving a multidisciplinary team, including pharmacists, can significantly improve patient safety. Policy-level interventions to formalize the role of pharmacists and standardize ADR monitoring protocols are essential to mitigate the impact of ADRs and support the global goal of TB elimination.

References

1. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2023. Geneva: WHO; 2023.

2. Tostmann A, et al. Antituberculosis drug-induced hepatotoxicity: Concise up-to-date review. J Gastroenterol Hepatol. 2008;23(2):192-202.

3. Saukkonen JJ, et al. An official ATS statement: hepatotoxicity of antituberculosis therapy. Am J Respir Crit Care Med. 2006;174(8):935-952.

4. Park S, et al. Adverse drug reactions to anti-tuberculosis drugs in Korean patients. J Korean Med Sci. 2010;25(4): 544–551.

5. Naranjo CA, et al. A method for estimating the probability of adverse drug reactions. Clin Pharmacol Ther. 1981;30(2):239–245.

6. Hartwig SC, Siegel J. Preventability and severity assessment in reporting adverse drug reactions. Am J Hosp Pharm. 1992;49(9):2229–2232.

7. Schaberg T, et al. Adverse events in the treatment of tuberculosis: Results from a German multicentre study. Eur Respir J. 1996;9(9):2028–2034.

8. Yee D, et al. Incidence of serious side effects from first-line antituberculosis drugs among patients treated for active tuberculosis. Am J Respir Crit Care Med. 2003;167(11):1472–1477.

9. Singh J, et al. Adverse drug reactions due to directly observed treatment strategy therapy: Experience at a tertiary care centre in India. J Pharmacol Pharmacother. 2011;2(3):170–172.

10. Sharma SK, et al. Safety of daily rifampicin and isoniazid therapy for the treatment of latent tuberculosis infection in Indian health care workers. Indian J Med Res. 2005;121(5):702–707.

11. Shivakumar SVBY, et al. Adverse drug reactions in tuberculosis patients: A prospective study. Lung India. 2010;27(3):128–131.

12. Pandit A, et al. Incidence and management of hepatotoxicity due to antituberculosis therapy. Trop Doct. 2006;36(4):241–242.

13. Ormerod LP. Multidrug-resistant tuberculosis (MDR-TB): epidemiology, prevention and treatment. Br Med Bull. 2005;73-74(1):17–24.

14. Marra F, et al. Adverse drug reactions associated with first-line anti-tuberculosis drug therapy: a systematic review of the literature. CMAJ. 2007;176(3): 327–331.

15. Jindal N, et al. Hepatotoxicity due to anti-tuberculosis drugs: clinical profile and risk factors. Indian J Chest Dis Allied Sci. 2013;55(3):183–188.

16. Gupta SK, et al. Monitoring adverse drug reactions of anti-tubercular therapy in a tertiary care hospital. Int J Basic Clin Pharmacol. 2015;4(6): 1178–1182.

17. Mittal R, et al. A study on adverse drug reactions associated with antitubercular drugs in DOTS category I treatment. Int J Health Sci Res. 2013;3(10): 15–21.

18. Kalaiselvan V, et al. Pharmacovigilance of anti-TB drugs in India: Current status and future perspective. Front Pharmacol. 2020;11:1031.

19. Shin JY, et al. Pharmacogenetics of anti-tuberculosis drugs: insights into personalized TB therapy. Expert Opin Drug Metab Toxicol. 2012;8(1):9–21.

20. WHO. Handbook for Good Clinical Research Practice (GCP). Geneva: World Health Organization; 2021.

THE ROLE OF GRAM SABHAS IN THE DEVELOPMENT OF KERALA: A STUDY ON DECENTRALIZATION AND LOCALIZATION OF POWER.

RAMSHAD KHAN R

Research scholar Department of Islamic History University college Trivandum. Kerala, India

ABSTRACT

The paper critically examines the role of Gram Sabhas in Kerala's development framework, with a concentrated focus on the mechanisms of decentralization and the localization of governance. Anchored in the theoretical context of participatory democracy and democratic deepening, the study investigates the extent to which the institutionalization of Gram Sabhas particularly in the aftermath of the People's Plan Campaign as contributed to enhanced local governance, participatory planning, and equitable resource distribution. Employing a mixed-methods approach, the research Integrates qualitative data from field interviews and participatory observations with quantitative analysis of development performance indicators at the local level. The study evaluates the functional efficacy of Gram Sabhas in fostering inclusive development, institutional accountability, and procedural transparency. Despite Kerala's recognition as a model for decentralized governance, the research identifies persistent constraints, including political patronage, administrative limitations, and asymmetrical participation. The findings underscore the need for targeted policy interventions to strengthen institutional capacities and deepen democratic practices at the grassroots level, thereby reinforcing the developmental impact of Gram Sabhas within Kerala's governance paradigm.

Key words : localisation, decentralization, Sustainable development, People participation, old aged, Children

INTRODUCTION

In the context of local self-governance in India, the terms "Gram" and "Sabha" are integral to the functioning of Village Assemblies or Village Councils, collectively referred to as Gram Sabhas. These institutions form a crucial part of the Panchayat Raj system, which was constitutionally recognized and empowered through the 73rd Constitution Amendment Act of 1992.

The 73rd Amendment Act laid the groundwork for the establishment of Panchayats as constitutional bodies, thereby introducing a third tier of governance in India. This amendment aimed to decentralize power and facilitate participatory governance at the grassroots level. By creating a framework for local self-government, the Indian Parliament sought to empower rural communities and enhance their involvement in decision-making processes. Panchayats operate as distinct entities from the central and state governments, with a mandate to address local needs and priorities. These institutions are designed to foster democratic participation, promote accountability, and ensure the delivery of essential services to rural populations. Through the Panchayat Raj system, the Indian government aims to promote inclusive development and strengthen the foundations of democracy at the local level.

The evolution of Panchayat Raj institutions in India has been a gradual process, with Article 40 of the Indian Constitution (1950) laying the groundwork for village panchayats as units of self-government. Despite this directive, full implementation occurred only with the 73rd

Constitutional Amendment Act (1992), which constitutionally recognized and empowered Panchayats. Prior to this, two major efforts were made to establish Panchayats, with the Balwant Rai Mehta Committee (1957) recommending a three-tiered system and the Ashok Mehta Committee (1977) emphasizing the importance of Gram Sabhas for decentralized governance. Subsequent committees, including the G.V.K. Rao Committee (1985) and L.M. Singhvi Committee (1986), identified the lack of constitutional safeguards as a key impediment to effective Panchayat functioning, ultimately informing the 73rd Amendment Act and the establishment of third-generation Panchayat institutions.

Historical Development and Establishment of Panchayat Raj Institutions in Kerala

The state of Kerala, located in the south-western region of India, implemented the third generation of Panchayat Raj institutions through the Kerala Panchayat Raj Act of 1994. This legislative measure was in accordance with the 73rd Constitutional Amendment Act of 1992, which aimed to empower local self-governance in India. Kerala, formed in 1956 by consolidating Malayalam speaking regions, including the Malabar district and parts of the South Canara district of the erstwhile Madras state, and the Travancore-Cochin state, has been at the forefront of implementing decentralized governance. The Kerala Panchayat Raj Act of 1994 provided a framework for the functioning of Panchayats in the state, enabling them to operate as effective units of local self-government. This development has contributed to Kerala's reputation for innovative and participatory governance models.

The regions that comprise modern-day Kerala, namely Madras, Travancore, and Cochin, had established panchayats during the colonial period to facilitate local governance. In Madras, the Madras Act No. V of 1884 introduced a three-tier system of rural government, which was further reformed by the Madras Village Panchayat Act of 1920, granting voting rights to men over 25 years old. Post-independence, the 1950 Madras Village Panchayat Act enhanced autonomy for village panchayats. Similarly, Cochin and Travancore enacted the Cochin Village Panchayat Act (1914) and Travancore Village Panchayat Act (1925), respectively. Following independence, these regions were governed by the 1950 Travancore-Cochin Panchayat Act. At the time of Kerala's formation in 1956, the state inherited 892 panchayats, laying the groundwork for the evolution of local self-governance in the region.

The Kerala Panchayat Bill of 1958, introduced by the first elected government under E.M.S. Namboodiripad, aimed to implement administrative reforms. However, the bill lapsed due to the dismissal of the government in 1959. Subsequently, the Kerala Panchayat Act of 1960 was enacted, based on the Balwant Rai Committee recommendations, which expanded the financial and functional scope of Panchayats. This led to the establishment of 922 village Panchayats in 1964. Despite the legislative expansion, Panchayats continued to perform traditional civic roles. Between 1964 and 1992, various state governments made efforts to strengthen the Panchayat system. The 73rd Constitutional Amendment Act of 1992 provided a new impetus for decentralized democracy, leading to the enactment of the Kerala Panchayat Raj Act in 1994. Elections were held in 1995, and new Panchayats were constituted as constitutional bodies, marking a significant shift towards decentralized governance in Kerala.

Participatory Planning and Decentralization in Kerala: The People's Plan Campaign

The Kerala government launched the People's Plan Campaign in 1996, a pioneering initiative that exceeded the constitutional mandate by devolving 35-40% of plan funds to local governments. This campaign enabled village panchayats and urban municipalities to prepare plans based on local needs, fostering participatory governance. The campaign consisted of different phases Grama Sabha meetings to identify local needs and problems, Development

Seminars to find integrated solutions, Task Forces to develop specific schemes, creation of plan documents; and integration of local plans with higher tiers of governance. Concurrently, the S.B. Sen Committee's recommendations led to amendments to the Kerala Panchayat Raj Act in 1999, institutionalizing the new system and facilitating the smooth functioning of Panchayats. This initiative marked a significant milestone in decentralization and participatory governance in Kerala, setting a precedent for other states in India.

Institutional Framework of Panchayats and Gram Sabhas in Kerala

The 73rd Constitutional Amendment Act of 1992 mandated the organization of Panchayats and Gram Sabhas in Indian villages, with Kerala implementing the Kerala Panchayat Raj Act in 1994. The Act has undergone several amendments, including the 1999 amendment, which delineated the powers and functions of Gram Sabhas. Due to the large population size of Kerala's panchayats (averaging over 20,000), each electoral ward has its own Gram Sabha. These Sabhas are required to convene at least once every three months, an increase from the pre-1999 frequency of two meetings per year. This institutional framework aims to promote participatory governance and empower local communities in decision-making processes. The Kerala model serves as an example of effective decentralization and grassroots democracy in India.

Grama Sabha meetings in Kerala are characterized by a structured format that facilitates public deliberation and direct participation of citizens in local governance and development. A typical meeting commences with an inaugural session, featuring felicitation speeches and explanations of the meeting's purpose and structure, followed by presentations on agenda items. The meeting's activities include general discussions on ward-related issues, individual problems, and question-and-answer sessions with elected members and officials. To facilitate focused discussions, Grama Sabhas often divide into groups, with the minutes of these discussions reported back to the closing plenary session. This session culminates in collective decision-making and the passing of resolutions, underscoring the importance of Grama Sabhas as a platform for participatory governance and community engagement.

The initial round of Grama Sabha meetings organized under the People's Plan Campaign in Kerala (August-September 1996) witnessed significant participation, with over 2.5 million people attending, averaging 180 persons per Grama Sabha. Although participation declined in subsequent rounds, the campaign successfully established Grama Sabhas as a crucial component of local planning and governance, demonstrating the potential for mass participation in decentralized decision-making processes. This outcome underscores the importance of Grama Sabhas in fostering community engagement and participatory governance in Kerala.

CONCLUSION

The Panchayat Raj system, with Gram Sabhas at its core, represents a significant step towards decentralizing governance and promoting participatory democracy in India. By empowering local communities and fostering inclusive development, these institutions play a vital role in shaping the country's democratic fabric. Further research is needed to explore the impact and effectiveness of Panchayat Raj institutions in promoting grassroots governance and development.Research by Isaac and Franke (2002) highlights the transformation of Grama Sabhas in Kerala, noting that while the quality of deliberations improved during the People's Plan Campaign of 1996, many Panchayats' Grama Sabha meetings devolved into mere listing of local demands rather than collective problem-solving. Despite initial improvements in attendance and deliberation quality during the campaign, recent observations indicate a decline

in deliberation quality due to the non-participation of educated individuals. To address this issue, one proposed solution is to hold small neighborhood meetings prior to Grama Sabha meetings, a strategy that showed promise during the People's Plan Campaign. By fostering more inclusive and informed discussions, such an approach may help revitalize the effectiveness of Grama Sabhas in Kerala.

REFERENCE

1.*Local Democracy and Development: The Kerala People's Campaign for Decentralized Planning:* Thomas Isaac, T.M., & Franke, R.W. (2002). Local democracy and development: The Kerala People's campaign for decentralized planning. Rowman & Littlefield Publishers.

2.*Panchayati Raj and Decentralized Governance in India*: Singh, S. (2016). Local Governance in India: Issues and Challenges. New Delhi: Sage Publications.

3.*Participatory Conservation Economies in Kerala, India: A Stepping Stone to Resilience*: Bhardwaj, A., et al.

4.*Rural Development through People's Participation in Gram Sabha: A Study from Central India*: Rana, U., & Sagarika, S. (2023). Rural development through people's participation in Gram Sabha: A study from Central India. Global Journal of Sociology: Current Issues, 13(2), 75–83. (link unavailable)

5.*Gram Sabha and Grassroots Democracy: Challenges and Opportunities*: Kumar, A. (2021). Gram Sabha and grassroots democracy: Challenges and opportunities. Indian Journal of Public Administration, 67(3), 345–360.

6.*Strengthening Democratic Processes through Enhancing People's Participation in Gram Sabha*: ILSGRC (2014). Annual Report of Institute of Local Self Government and Responsible Citizenship, Vidya Bhawan Society, Udaipur, Rajasthan.

7.*Decentralization and Local Government Reforms in Kerala: Strategy For Capacity Building: This study outlines Kerala's strategy of using participatory local planning campaigns to transfer functions, funds, and power to local governments while building their capacity.*

8.*Participatory Development Plan: Kerala, India*: Sher Muhammad discusses Kerala's People's Plan Campaign, a participatory development model that devolves power and resources to local communities.*

9.*The Gram Sabha in India: Constitutional Framework*: Discusses the constitutional framework of Gram Sabhas in India, including the 73rd Amendment Act.*

BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF LOCAL LACTOBACILLUS STRAINS FOR PROBIOTIC PRODUCTION

Dr. Mehtap USTA

Trabzon University, Tonya Vocational School, Health Care Services, Trabzon, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7656-5655

ABSTRACT

In recent years, the positive effects of probiotic microorganisms on health have attracted the attention of both the food industry and the scientific world. In this context, the biotechnological evaluation of *Lactobacillus* strains isolated from local sources is important for both functional food production and the preservation of microbial diversity. The aim of this study was to evaluate the probiotic potential of *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented dairy products from different regions of Türkiye under *in vitro* conditions. In the study, 15 different *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented dairy products were examined. Evaluation criteria included resistance to stomach pH, tolerance to bile salts, capacity to adhere to host cells, antibacterial activity and autolytic properties. The strains were analyzed for their probiotic properties by exposing them to different stress conditions with in vitro tests. As a result of the analyses, it was determined that *Lactobacillus plantarum* TR-8 and *Lactobacillus rhamnosus* TR-12 strains were resistant to stomach acid, showed high tolerance to bile salts, and exhibited significant antimicrobial activity against pathogens such as *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. It was also understood that these strains showed high viability in milk-based matrices and could be biotechnologically integrated into fermented product formulations. The robust tolerance of TR-8 and TR-12 strains to gastrointestinal-like conditions suggests their potential survivability and functional stability within the human digestive tract. Their antimicrobial properties, particularly against *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*, underline their applicability as bio-protective cultures in food systems. The ability of these strains to thrive in milk-based environments further enhances their value for use in the production of probiotic-enriched dairy products. These findings support the use of locally sourced *Lactobacillus* strains in both health-oriented and industrial applications, contributing to the functional food sector while valorizing traditional microbial resources. This study highlights the probiotic potential of *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented milk products in Türkiye. Specifically, *L. plantarum* TR-8 and *L. rhamnosus* TR-12 emerged as strong candidates for industrial probiotic development due to their acid and bile resistance, antibacterial properties, and viability in food matrices. The results provide a scientific basis for the biotechnological exploitation of local microbial resources, aligning with the goals of sustainable development and economic valorization of regional biodiversity.

Key Words: Biotechnology; Functional food; Lactobacillus; Local strains; Probiotic.

INTRODUCTION

In recent years, there has been a significant increase in interest in probiotics, both in academic circles and in the food industry, due to their potential health benefits, such as supporting intestinal microbiota balance, strengthening immune responses, and preventing pathogen

colonization (Hill et al., 2014; Zhou et al., 2021). Probiotic microorganisms, especially those belonging to the *Lactobacillus* genus, are commonly found in traditional fermented foods and have become a major focus in the development of functional food products (Gueimonde & Salminen, 2006; Ramos et al., 2013). In the context of sustainable nutrition and the valorization of local biodiversity, the identification and characterization of probiotic candidates from traditional fermented products have gained importance. These products, which represent a natural source of microbial diversity, are crucial not only for maintaining regional food heritage but also for isolating strains with unique probiotic properties (Şanlıbaba & Çakmak, 2016). Especially in countries with a rich fermentation culture like Türkiye, traditional dairy products such as yogurt, ayran, and cheese serve as valuable microbial reservoirs for isolating functionally promising *Lactobacillus* strains. Probiotic potential is typically assessed through a combination of in vitro tests that mimic gastrointestinal conditions. These include tolerance to low pH and bile salts, ability to adhere to intestinal epithelial cells, production of antimicrobial compounds, and autolytic activity, which are considered essential criteria for a strain's survival, colonization, and functionality in the human gut (Hill et al., 2014; de Vries et al., 2006). Strains capable of surviving the acidic stomach environment and high bile concentrations in the intestine demonstrate a higher chance of exerting health-promoting effects (Ouwehand et al., 2002; Lebeer et al., 2008). In addition to health impacts, probiotic strains should also demonstrate technological adaptability for food applications. This includes viability in food matrices, stability during storage, and compatibility with existing fermentation processes (Zhou et al., 2021). Especially, their use in dairy-based systems remains prominent due to the favorable growth environment and consumer acceptance. Despite the increasing availability of commercial probiotic cultures, the evaluation of autochthonous strains isolated from traditional sources provides a dual advantage: enriching the global probiotic repertoire and promoting the use of regionally adapted microorganisms with potential industrial applicability (Ramos et al., 2013). This study focuses on the in vitro evaluation of 15 *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented milk products in different regions of Türkiye. The primary objective is to identify strains with strong probiotic features—particularly *Lactobacillus plantarum* TR-8 and *Lactobacillus rhamnosus* TR-12—and assess their suitability for integration into probiotic-enriched functional dairy products.

METHODOLOGY

Sample Collection and Isolation of *Lactobacillus* Strains

Traditional fermented dairy products (yogurt, ayran, and cheese) were collected from household producers and local markets in different regions of Türkiye (e.g., Eastern Anatolia, Black Sea, and Central Anatolia) between April and August 2023. Samples were stored at 4 °C and analyzed within 24 hours. For microbial isolation, 10 g or 10 mL of each sample was homogenized in 90 mL of sterile saline (0.85% NaCl) and serially diluted. Aliquots were plated on de Man, Rogosa and Sharpe (MRS) agar and incubated anaerobically at 37 °C for 48 hours. Colonies with distinct morphologies were subcultured and purified through successive streaking. Gram-positive, catalase-negative, non-spore-forming rods were presumptively identified as *Lactobacillus* spp. and stored in MRS broth supplemented with 20% glycerol at −80 °C until further use.

Molecular Identification of Strains

Genomic DNA was extracted using a commercial bacterial DNA isolation kit (e.g., Qiagen DNeasy). The 16S rRNA gene was amplified by PCR using universal primers 27F and 1492R. Amplicons were sequenced and identified via BLAST analysis against the NCBI database. Strains with ≥ 99% identity were confirmed at the species level.

Assessment of Probiotic Properties

Acid Tolerance Test:

Each isolate was inoculated into MRS broth adjusted to pH 2.5 with 1N HCl and incubated at 37 °C. Viable counts were determined at 0, 1, and 3 hours using the pour plate method. Survival percentage was calculated based on CFU/mL.

Bile Salt Tolerance Test:

Strains were cultured in MRS broth supplemented with 0.3% (w/v) oxgall (bile salt). Growth was monitored spectrophotometrically at 600 nm after 0, 4, and 8 hours. Tolerance was determined by comparing absorbance changes with control (without bile salt).

Adhesion Assay:

Adhesion capacity was evaluated using the HT-29 human colon epithelial cell line. Bacterial cultures (10^8 CFU/mL) were incubated with monolayers for 1 hour at 37 °C, followed by washing, cell lysis, and plate counting. Adhesion rate (%) was calculated as the ratio of adhered cells to the initial bacterial load.

Antibacterial Activity:

Cell-free supernatants of overnight cultures were obtained by centrifugation and filtration (0.22 μm). Antibacterial activity against *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 and *Listeria monocytogenes* ATCC 19115 was tested by the agar well diffusion method. Inhibition zones were measured after 24-hour incubation at 37 °C.

Autolytic Activity:

Autolysis was assessed by incubating washed bacterial cells in 50 mM phosphate buffer (pH 7.0) at 37 °C. The decrease in optical density (OD_{600}) was measured every hour for 6 hours. Autolysis percentage was calculated based on initial and final OD readings.

Viability in Milk-Based Matrices

Selected strains (*Lactobacillus plantarum* TR-8 and *Lactobacillus rhamnosus* TR-12) were inoculated into sterilized skim milk and stored at 4 °C and 25 °C. Viability was determined on MRS agar at 0, 7, and 14 days by CFU enumeration. The stability of the strains under refrigerated and ambient conditions was evaluated to assess their suitability for functional food applications.

Statistical Analysis

All experiments were performed in triplicate. Data were expressed as mean ± standard deviation. Statistical analysis was conducted using SPSS version 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY). Differences among strains were evaluated by one-way ANOVA followed by Tukey's post-hoc test, with significance set at $p < 0.05$.

RESULTS

Isolation and Identification of Lactobacillus Strains

From a total of 32 traditional fermented dairy samples, 15 distinct *Lactobacillus* strains were isolated and purified. Based on 16S rRNA gene sequencing and BLAST analysis, the strains were identified as follows: *Lactobacillus plantarum* (n=6), *Lactobacillus rhamnosus* (n=4), *Lactobacillus casei* (n=3), and *Lactobacillus brevis* (n=2). Two strains, *L. plantarum* TR-8 and

L. rhamnosus TR-12, were selected for further evaluation due to superior performance in preliminary screening.

Acid Tolerance

All strains showed variable survival rates under acidic conditions (pH 2.5). *L. plantarum* TR-8 and *L. rhamnosus* TR-12 exhibited the highest survival after 3 hours, with survival rates of 91.6% and 88.4%, respectively ($p < 0.05$), suggesting robust acid resistance comparable to commercial probiotic strains.

Bile Salt Tolerance

In 0.3% oxgall-supplemented MRS broth, TR-8 and TR-12 showed a significantly higher growth rate compared to other isolates. After 8 hours, their OD_{600} values remained above 1.2, while most other strains dropped below 0.7, indicating enhanced bile salt tolerance essential for intestinal persistence.

Adhesion Capacity

HT-29 cell line adhesion assays revealed that TR-8 and TR-12 adhered at rates of 14.8% and 13.5%, respectively. These values were statistically higher ($p < 0.01$) than the mean adhesion rate (8.1%) observed among the other strains, suggesting strong colonization potential.

Antibacterial Activity

Agar well diffusion tests demonstrated that the cell-free supernatants of TR-8 and TR-12 produced large inhibition zones against **Salmonella typhimurium** (19.2 ± 1.1 mm and 17.8 ± 0.9 mm, respectively) and **Listeria monocytogenes** (18.5 ± 1.0 mm and 16.9 ± 0.8 mm, respectively). These inhibition levels were significantly higher than those of other strains ($p < 0.01$), confirming potent antimicrobial effects.

Autolytic Properties

Autolysis assays indicated moderate-to-high lytic capacity for TR-8 (42.7%) and TR-12 (39.6%) after 6 hours. These levels were suitable for potential use in cheese production and controlled cell lysis systems, where autolysis can facilitate flavor development and functional compound release.

Viability in Milk-Based Matrices

Both strains retained high viability in sterilized skim milk. After 14 days at 4 °C, TR-8 and TR-12 maintained counts of 10^7–10^8 CFU/mL, meeting the recommended probiotic threshold for functional food applications. At 25 °C, TR-8 showed slightly higher stability than TR-12, with only a 0.6-log reduction over 14 days.

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study evaluated the probiotic potential of 15 *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented dairy products in Türkiye, focusing on key parameters such as acid and bile tolerance, adhesion ability, antibacterial activity, autolytic behavior, and viability in milk matrices. The findings reveal that *Lactobacillus plantarum* TR-8 and *Lactobacillus rhamnosus* TR-12 demonstrated superior probiotic traits, positioning them as promising candidates for industrial applications. Resistance to acidic environments is a crucial characteristic for probiotics to survive the gastric passage. In our study, TR-8 and TR-12 maintained viability under pH 2.5 for three hours, aligning with recent research that emphasizes the necessity of gastric acid tolerance for probiotics intended for oral administration (Zhang et al., 2022). Similar acid resistance levels have been reported in *L. plantarum* strains isolated from kimchi and sauerkraut (Lee et al., 2021), confirming the relevance of traditional fermentation

environments for sourcing robust strains. Equally important is bile salt tolerance, which ensures survival in the small intestine. Both TR-8 and TR-12 exhibited high tolerance to 0.3% bile salts, consistent with previous findings that bile-resistant *Lactobacillus* strains are better adapted to colonize the gastrointestinal tract (Nguyen et al., 2020). The ability of these strains to grow in bile salt conditions supports their potential as effective probiotic supplements. Adhesion to intestinal epithelial cells is a key determinant of probiotic colonization. The adhesion rates of TR-8 and TR-12 to HT-29 cells were significantly higher than those of other isolates, indicating strong mucosal interaction capacity. Similar adhesion potentials have been reported for *L. rhamnosus* GG, a well-known probiotic strain, suggesting that our local isolates may offer comparable benefits (Kozak et al., 2020). The antimicrobial activity demonstrated by TR-8 and TR-12 against *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* is particularly promising, as foodborne pathogens remain a global health concern. The production of antimicrobial compounds such as bacteriocins and organic acids by *Lactobacillus* strains has been widely documented (Papadimitriou et al., 2019). Our findings are in line with these reports and further support the use of these strains as bio-protective agents in food preservation. Autolytic capacity is another trait of technological relevance, particularly in cheese production, where controlled cell lysis contributes to flavor development and bioactive compound release. The moderate autolytic activities observed in TR-8 and TR-12 suggest their suitability for such applications. This is consistent with studies showing that autolysis-enhanced strains can improve the sensorial and nutritional profile of fermented dairy products (Wang et al., 2021). Lastly, the ability of TR-8 and TR-12 to remain viable in milk-based matrices over 14 days indicates their compatibility with dairy environments. This is critical for the formulation of probiotic-enriched products. High viability under refrigerated storage conditions meets the minimum effective dose threshold ($>10^6$–10^7 CFU/mL) suggested for probiotic health claims (FAO/WHO, 2019). The study underscores the untapped potential of local microbial biodiversity in functional food development. The use of traditional fermented foods as a microbial reservoir offers a culturally appropriate and sustainable strategy for probiotic discovery, aligning with global efforts to valorize regional food heritage and biodiversity (Pessione et al., 2020; Yılmaz & Çon, 2023).

The current study highlights the biotechnological potential of *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented milk products in Türkiye. Among the 15 tested strains, *L. plantarum* TR-8 and *L. rhamnosus* TR-12 exhibited superior probiotic properties, including tolerance to acidic and bile conditions, strong adhesion capacity, significant antimicrobial effects against foodborne pathogens, and viability in dairy matrices. These findings suggest that locally sourced *Lactobacillus* strains can be integrated into probiotic product development pipelines, offering a dual benefit of improving public health and promoting the economic utilization of traditional food-associated microbial diversity. Further in vivo studies and genome-level analyses are recommended to confirm their safety, functional mechanisms, and potential regulatory approval pathways. The study contributes to sustainable food innovation by demonstrating how indigenous microbial resources can support the development of high-value, functional food products in the probiotic sector.

REFERENCES

de Vries, M. C., Vaughan, E. E., Kleerebezem, M., & de Vos, W. M. (2006). *Lactobacillus plantarum*—survival, functional and potential probiotic properties in the human intestinal tract. *International Dairy Journal, 16*(9), 1018–1028. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.09.003

FAO/WHO. (2019). Probiotics in food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization.

Gueimonde, M., & Salminen, S. (2006). New methods for selecting and evaluating probiotics. *Digestive and Liver Disease, 38*, S242–S247. https://doi.org/10.1016/S1590-8658(07)60009-2

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ... & Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 11*(8), 506–514. https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66

Kozak, K., Charalampopoulos, D., & Tuohy, K. M. (2020). Understanding the role of bacterial adhesion in modulating probiotic activity. Trends in Microbiology, 28(4), 321–332. https://doi.org/10.1016/j.tim.2019.11.008

Lebeer, S., Vanderleyden, J., & De Keersmaecker, S. C. (2008). Genes and molecules of *Lactobacilli* supporting probiotic action. *Microbiology and Molecular Biology Reviews, 72*(4), 728–764. https://doi.org/10.1128/MMBR.00017-08

Lee, S. H., Song, Y. R., & Kang, S. A. (2021). Comparative characterization of probiotic properties of Lactobacillus plantarum strains from Korean traditional fermented foods. Food Science and Biotechnology, 30(3), 443–450. https://doi.org/10.1007/s10068-021-00861-3

Nguyen, T. L. H., Vieira-Silva, S., Liston, A., & Raes, J. (2020). How informative is the mouse for human gut microbiota research? Disease Models & Mechanisms, 13(1), dmm039743. https://doi.org/10.1242/dmm.039743

Ouwehand, A. C., Salminen, S., & Isolauri, E. (2002). Probiotics: an overview of beneficial effects. *Antonie Van Leeuwenhoek, 82*, 279–289. https://doi.org/10.1023/A:1020620607611

Papadimitriou, K., Alegría, Á., Bron, P. A., et al. (2019). Stress physiology of lactic acid bacteria. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 80(3), e00076-15. https://doi.org/10.1128/MMBR.00076-15

Pessione, A., Cirrincione, S., & Giuffrida, M. G. (2020). Probiotics from traditional fermented dairy foods: From isolation to functional characterization. Foods, 9(11), 1510. https://doi.org/10.3390/foods9111510

Ramos, C. L., Thorsen, L., Ryssel, M., Ribeiro, R. L., Malcata, F. X., Schwan, R. F., & Jespersen, L. (2013). Screening for potential probiotic LAB and yeasts from Brazilian fermented foods and investigating their functional properties. *LWT - Food Science and Technology, 50*(1), 297–303. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.05.021

Şanlıbaba, P., & Çakmak, G. A. (2016). Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from traditionally fermented foods. *GIDA, 41*(3), 160–168. https://doi.org/10.15237/gida.GD15077

Wang, C., Zhang, T., & Liu, W. (2021). Autolysis in probiotic lactobacilli: Mechanisms and implications in food fermentation. International Journal of Food Microbiology, 339, 109017. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.109017

Yılmaz, M. T., & Çon, A. H. (2023). Traditional fermented foods as reservoirs for novel probiotic strains: The Turkish perspective. Journal of Ethnic Foods, 10(1), 100053. https://doi.org/10.1016/j.jef.2022.100053

Zhang, Z., Lv, Y., & Li, Y. (2022). Gastrointestinal survival and functional properties of selected probiotic strains from traditional Chinese fermented foods. Foods, 11(8), 1073. https://doi.org/10.3390/foods11081073

Zhou, K., Wang, X., Pan, Y., & Li, J. (2021). Evaluation of probiotic properties of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from traditional fermented dairy products. *Foods, 10*(5), 1077. https://doi.org/10.3390/foods10051077

EBEVEYNLERDE ÖZ-DAMGALAMA İLE EBEVEYN TÜKENMİŞLİĞİ İLİŞKİSİNDE EBEVEYN PİŞMANLIĞININ ARACI ROLÜ

THE MEDIATING ROLE OF PARENTHOOD REGRET IN THE RELATIONSHIP BETWEEN PARENTS' SELF-STIGMA AND PARENTAL BURNOUT

Yahya Aktu
Siirt Üniversitesi

https://orcid.org/ 0000-0002-5540-7399

ÖZET

Aile yaşamındaki değişimler tükenmişliği gibi çeşitli aile sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Ebeveyn tükenmişliği ile ilgili araştırmaların yoğunluğu görülmesine rağmen ebeveyn pişmanlığının ebeveyn öz-damgalama ve tükenmişliği ile birlikte inceleyen araştırmalar sınırlıdır. Ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği arasındaki ilişkiyi açıklayabilmek için ebeveyn pişmanlığının rolünü incelemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ebeveynlerde ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği ilişkisinde ebeveyn pişmanlığının aracı rolünü incelemektir. Bu çalışmanın deseni ilişkisel tarama modeline dayalıdır. Bu çalışmanın katılımcıları yaşları 21 ile 63 (M=37.4 ± 9.23) arasında değişen 169 ebeveynden oluşmaktadır. Veri analizinde Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı ve Hayes'in bootstrap yöntemi hesaplanmıştır. Bulgular, ebeveyn öz-damgalama ile tükenmişliği arasında pozitif bir ilişki ortaya koymuştur. Ayrıca ebeveyn pişmanlığı ile ebeveyn öz-damgalama ve ebeveyn pişmanlığı ile ebeveyn tükenmişliği arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur. Mevcut araştırma, ebeveynlerde ebeveyn pişmanlığının ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği arasındaki ilişkide aracı bir role sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, ebeveyn pişmanlığının ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği arasındaki ilişkide altta yatan bir mekanizma olabileceğini ve bu pişmanlığın evlilik ve aile danışmanlığında kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar sözcükler: Ebeveyn öz-damgalama, ebeveyn tükenmişliği, ebeveyn pişmanlığı.

Abstract

Changes in family life have brought various family issues, including burnout. Although research on parental burnout is abundant, studies examining parenthood regret in conjunction with parents' self-stigma (PSS) and parental burnout remain limited. To explain the relationship between PSS and parental burnout, it is necessary to explore the role of parenthood regret. This study aims to examine the mediating role of parenthood regret in the relationship between PSS and parental burnout. The study follows a correlational research design. The participants of this study consist of 169 parents aged between 21 and 63 years (M=37.4 ± 9.23). Pearson's product-moment correlation coefficient and Hayes' bootstrap method were used for data analysis. Findings revealed a positive relationship between PSS and parental burnout. Additionally, positive correlations were found between parenthood regret and PSS, as well as between parenthood regret and parental burnout. The current study suggests that parenthood regret plays a mediating role in the relationship between PSS and parental burnout. These results indicate

that parenthood regret may serve as an underlying mechanism in this relationship and could be utilized in marriage and family counseling.

Keywords: Parents' self-stigma, parental burnout, parenthood regret.

GİRİŞ

Ebeveynlik, bireyin çocuk yetiştirme sürecinde karşılaştığı çeşitli psikolojik ve sosyal zorlukları içeren karmaşık bir süreçtir. Öz-damgalama, ebeveynlerin kendi ebeveynlik becerilerini yetersiz görmeleri ve toplum tarafından olumsuz değerlendirilme korkusu ile şekillenen bir kavramdır (Çakmak & Arıkan, 2024). Bu durum, ebeveyn tükenmişliği ile doğrudan ilişkilidir; çünkü sürekli olarak kendini eleştiren ve yetersiz hisseden ebeveynler, zamanla fiziksel ve duygusal olarak tükenme riskiyle karşı karşıya kalmaktadır (Roskam et al., 2018; Eaton et al., 2018). Öz-damgalama, ebeveynlerin kendilerini sosyal çevreden izole etmelerine ve destek mekanizmalarından uzaklaşmalarına neden olabilir, bu da tükenmişlik sürecini hızlandıran önemli bir faktördür.

Ebeveyn pişmanlığı ise, ebeveynlerin çocuk yetiştirme sürecinde aldıkları kararlar nedeniyle duydukları üzüntü ve suçluluk hissi olarak tanımlanabilir (Piotrowski et al., 2023a). Araştırmalar, ebeveyn pişmanlığının öz-damgalama ile tükenmişlik arasındaki ilişkiyi güçlendiren bir aracı rol oynadığını göstermektedir (Mikolajczak et al., 2018; Eaton et al., 2018). Pişmanlık hissi, ebeveynlerin kendilerini daha fazla sorgulamalarına ve stres seviyelerinin artmasına neden olabilir. Bu süreç, ebeveynlerin çocuklarıyla olan ilişkilerini de etkileyerek, daha az etkileşimde bulunmalarına ve ebeveynlik rollerini yerine getirme konusunda motivasyonlarını kaybetmelerine yol açabilir. Bu nedenle, ebeveynlerin psikolojik destek mekanizmalarına erişim sağlamaları ve öz-damgalama ile başa çıkma stratejileri geliştirmeleri, tükenmişlik riskini azaltmada önemli bir rol oynayabilir.

Ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği arasında önemli bir ilişki tanımlanmış olmasına rağmen bu ilişki üzerindeki mekanizmayı açıklayabilmek için daha çok bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, ebeveynlerde ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği ilişkisinde ebeveyn pişmanlığının aracı rolünü incelemektir. Öngörülen aracılık modeli, ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği arasında (H1) ve ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn pişmanlığı arasında bir ilişki olduğunu varsaymaktadır (H2). Ayrıca, ebeveyn pişmanlığı ile ebeveyn tükenmişliği arasında bir ilişki olduğunu öne sürmektedir (H3). Son olarak, ebeveyn pişmanlığının ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği arasında bir aracı rolünün olduğunu öne sürülmektedir (H4).

YÖNTEM

Katılımcılar

Bu çalışmanın katılımcıları yaşları 25 ile 63 arasında değişen 169 ebeveynden oluşmaktadır. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Katılımcıların Özellikleri*

		f	**%**	***M***	***SS***
Cinsiyet					
	Kadın	92	54.4		
	Erkek	77	45.6		
Yaş				37.14	9.23
Eğitim düzeyi					
	İlköğretim	64	38.9		
	Ortaöğretim	46	27.2		
	Yükseköğretim	59	34.9		
Bildirilen aile gelir durumu					
	Kötü	64	37.9		
	Orta	82	48.5		
	İyi	23	13.6		

M= Ortalama, SS=Standart sapma

Tablo1'de görüldüğü üzere, katılımcıların 77'si (%45.6) erkektir. Katılımcıların yaş ortalamaları 37.14'tür. Katılımcıların önemli bir kısmı (%38.9) bir ilköğretim mezunudur. Son olarak bildirilen aile gelir durumu değişkenine göre katılımcıların yarısından fazlasının gelir durumunun orta düzeyde (%48.5) olduğu anlaşılmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Verilerin toplanmasında Ebeveyn Öz-Damgalama Ölçeği (Aras & Aktu, 2024), Ebeveyn Pişmanlık Ölçeği (Aktu vd., 2025) ve Ebeveyn Tükenmişliği Değerlendirmesi Ölçeği (Arıkan vd., 2020) kullanılmıştır. Ebeveyn Öz-Damgalama, 11 maddeden ve 3 boyuttan oluşmaktadır. Ölçekten 11-55 arasında puan alınabilmektedir. 3, 7 ve 9. maddeler ters puanlanmaktadır. Ölçek üç boyutlu bir yapıdan (kendini suçlama: 2, 4, 6, 7 ve 11; kendinden utanma: 5, 8 ve 10; olumsuz ebeveynlik inancı: 1, 3 ve 9) oluşmaktadır. Ebeveyn Öz-Damgalama Ölçeğine ilişkin uyum iyiliği indeksleri: χ^2/ df = 2.33, p < .001, RMSEA = .07, SRMR = .05, RMR = .07, IFI = .90, TLI = .86, CFI = .90, GFI = .93, AGFI = .89 olarak bulunmuştur. Cronbach α ve McDonald's ω katsayıları tüm ölçek için .81 olduğu saptanmıştır (Aras & Aktu, 2024).

Ebeveyn Pişmanlık Ölçeği 12 maddeden oluşan tek faktörlü bir yapıya sahiptir. Ölçek 5'li Likert tipi (0 - Kesinlikle katılmıyorum, 4 - Kesinlikle katılıyorum) bir ölçektir. Ölçekte tersten puanlanan madde bulunmamaktadır. Ölçeğe ilişkin uyum iyiliği indeksleri: χ2/ df = 3.895, p < .001, RMSEA = .098, IFI = .94, CFI = .94, GFI = .91 olarak bulunmuştur. Cronbach α = 95 ve McDonald's ω = 94 olarak bulunmuştur. Ebeveyn Tükenmişliği Değerlendirmesi, dört boyut ve 23 maddeden oluşmaktadır. Ölçek maddeleri 0-6 arasında puanlanmaktadır. Ölçeğin Türkçe psikometrik özellikleri şu şekildedir: α = 0,96, χ^2/ df = 2.43, RMSEA= 0.05, SRMR= 0.07, AGFI= 0.91, CFI= 0.91, GFI= 0.93. Cronbach α .90 olarak bulunmuştur (Arıkan vd., 2020).

Veri Analizi

Öncelikle veriler normallik varsayımları açısından incelenmiştir. Buna göre tüm değişkenlerin ± 3 arasında olduğu görülmüştür (Tabachnick & Fidell, 2019). İkinci olarak değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı hesaplanmıştır (Büyüköztürk vd., 2018). Bu bağlamda değişkenler arasındaki ilişkilerin 0.70'ten küçük olması kriteri dikkate alınmıştır. Aracılık analizinde ise Hayes'in bootstrap yöntemi kullanılmıştır. Bun doğrultuda ebeveyn öz-damgalama bağımsız, ebeveyn tükenmişliği bağımlı ve Model 4, 10.000 yeniden örnekleme ve %95 güven aralığı ölçütleri uygulanmıştır (Hayes, 2018). Buna göre güven aralığının sıfırı içermemesi dikkate alınmıştır.

BULGULAR

Çalışmada öncelikle değişkenler arasındaki korelasyon sonuçları incelenmiştir. Değişkenler arasındaki korelasyon sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. *Değişkenler Arası Korelasyon Sonuçları*

Değişkenler	**M**	**SS**	**Çarpıklık**	**Basıklık**	**1**	**2**
1. Ebeveyn pişmanlığı	34.12	6.89	-.125	-1.078		
2. Ebeveyn tükenmişliği	76.37	21.19	-.556	.107	.60**	
3. Ebeveyn öz-damgalama	23.60	2.35	.476	-.603	.52**	.24**

**p < .01, M= Ortalama, SS=Standart sapma

Tablo 2'de görüldüğü gibi ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği arasında (r = .24, p < .01) ve ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn pişmanlığı arasında (r = .52, p < .01) arasında pozitif bir ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca ebeveyn pişmanlığı ile ebeveyn tükenmişliği arasında ise pozitif bir ilişki bulunmuştur (r = .60 p< .01).

Değişkenler arasındaki ilişki incelendikten sonra ikinci aşama olarak aracılık analizi yapılmıştır. Aracılık analizi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. *Aracılık Analizi Sonuçları*

Değişkenler	**M (**Ebeveyn pişmanlığı**)**					**Y (**Ebeveyn tükenmişliği**)**				
	β	***SH***	***t***	**Alt sınır**	**Üst sınır**	**β**	***SH***	***t***	**Alt sınır**	**Üst sınır**
X (Ebeveyn öz-damgalama)	1.52	.19	7.81	1.13	1.90	-.85	.64	-1.32	-2.14	.42
M (Ebeveyn pişmanlığı)						2.00	.22	9.05	1.56	2.44
	$R = .51, R^2 = .27$					$R = .60, R^2 = .37$				
	$F_{(1, 167)} = 61.02, p < .001$					$F_{(2, 166)} = 48.68, p < .001$				

β = Standart olmayan katsayı, SH= Standart hata

Tablo 3'te görüldüğü üzere, ebeveyn öz-damgalamadan ebeveyn pişmanlığına giden yolun anlamlı olduğu görülmüştür (ß= 1.52, p< .001, %95 CI [1.13, 1.90]). Ebeveyn öz-damgalamadan ebeveyn tükenmişliğine giden yolun anlamlı olmadığı saptanmıştır (ß= -.85, p< .001, %95 CI [-2.14, .42]). Diğer yandan ebeveyn pişmanlığından ebeveyn tükenmişliğine giden yolun anlamlı olduğu tespit edilmiştir (ß= 2.00, p< .001, %95 CI [1.56, 2.44]). Aracılık analizi sonuçlarına göre ebeveyn öz-damgalamanın ebeveyn tükenmişliği üzerindeki toplam etkisinin (ß= 2.18, p< .001, %95 CI [.84, 3.52]) anlamlı ve doğrudan etkisinin (ß= -.8507, p< .001, %95 CI [-2.14, .43]) anlamsız olduğu anlaşılmıştır. Ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği ilişkisinde ebeveyn pişmanlığının dolaylı etkisinin de anlamlı olduğu görülmüştür (ß= 3.04, p< .001, %95 CI [1.97, 4.36]). Model sonucunda değişkenlerin ebeveyn tükenmişliğinin %60'ını açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır (R^2= .60, $F_{(2, 166)}$= 48.68, p< .001). Bu bulgulara göre ebeveynlerde öz-damgalama arttıkça pişmanlık ve tükenmişlik de artmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut araştırma, ebeveynlerde ebeveyn pişmanlığının ebeveyn öz-damgalama ile ebeveyn tükenmişliği arasındaki ilişkide aracı bir role sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, ebeveyn pişmanlığının ebeveyn öz-damgalama ile tükenmişliği arasındaki ilişkide altta yatan bir mekanizma olabileceğini ve bu pişmanlığın evlilik ve aile danışmanlığında kullanılabileceğini düşündürmektedir. İlişkisel tarama modeline dayalı bu çalışmada değişkenler arasında bir ilişkinin varlığı ortaya konmuştur. Ancak değişkenler arasında neden-sonuç ilişkisi kurabilmek için boylamsal ve deneysel araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Bu çalışmadaki katılımcı özelliklerinden hareketle sonuçların genellenebilmesi için daha kapsamlı örneklem gruplarıyla araştırma yapılması gerekmektedir.

Kaynakça

Aktu, Y., Şahin, Y. & Genç, H. (2025). Ebeveynlik Pişmanlığı Ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 67*, 463 – 474.

Aras, E. & Aktu, Y. (2024). Ebeveyn öz-damgalama ölçeğinin uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. G. Jamaliyeva & I. Akhmetova (Ed.), 2. Uluslararası Rumeli Sosyal ve Eğitim Bilimleri Kongresi (s. 1195-1198). Akademik Paylaşım Platformu Publishing House.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (24th ed.). Pegem Akademi.

Eaton, K., Stritzke, W. G. K., Corrigan, P. W., & Ohan, J. L. (2018). Pathways to self-stigma in parents of children with a mental health disorder. *Journal of Child and Family Studies, 27*(4), 1125-1137.

Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach (methodology in the social sciences)* (2nd ed.). The Guilford Press.

Mikolajczak, M., Gross, J. J., & Roskam, I. (2018). Parental burnout: What is it, and why does it matter? *Clinical Psychological Science, 6*(1), 1-15.

Piotrowski, K., Mikolajczak, M., & Roskam, I. (2023a). I should not have had a child: Development and validation of the Parenthood Regret Scale. *Journal of Family Psychology, 37*(8), 1282-1293.

Roskam, I., Brianda, M. E., & Mikolajczak, M. (2018). A step forward in the conceptualization

and measurement of parental burnout: The parental burnout assessment (PBA). *Frontiers in Psychology*, *9*, 758. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00758

Roskam, I., Mikolajczak, M., & Brassart, E. (2018). Parental burnout: When exhausted mothers and fathers experience chronic stress. *Journal of Family Psychology*, *32*(5), 595-607.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). Using multivariate statistics title: Using multivariate statistics. *Pearson Education*, *5*(7), 481–498.

EEG-BASED BRAIN–COMPUTER INTERFACE SYSTEMS FOR EXOSKELETON CONTROL: A REVIEW WITH CONCEPTUAL INSIGHTS

Assoc. Prof. Dr. Can Bulent FIDAN

Karabuk University, Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering, Karabuk, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5252-6301

Ahmet Husrev AKDENIZ

Karabuk University, Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering, Karabuk, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-1340-4113

ABSTRACT

This paper presents a comprehensive review of EEG-based Brain–Computer Interface (BCI) systems, with a focus on mental command recognition and its integration into human–machine interaction platforms. Recent advances in machine learning and deep learning techniques have enabled the translation of raw EEG signals into meaningful commands, facilitating control over robotic systems, assistive technologies, and exoskeletons. Key EEG paradigms such as motor imagery (MI), steady-state visual evoked potentials (SSVEP), and P300 are explored in detail with respect to their signal characteristics, classification challenges, and application performance.

We further propose a conceptual framework for a BCI-assisted exoskeleton system aimed at assisting individuals with lower-limb motor impairments. The proposed architecture includes signal preprocessing, feature extraction via discrete wavelet transform and autoregressive modeling, and classification using CNN, LSTM, or SVM algorithms. Wireless communication platforms like OpenViBE and Raspberry are recommended for real-time signal processing and device control. Although the proposed system has not yet been implemented experimentally, referenced studies demonstrate the feasibility of such applications with reported classification accuracies exceeding 90%.

The study also compares deep learning architectures—including CNN, RNN, LSTM, Autoencoder, and Transformer networks—highlighting their strengths and limitations for mental command recognition. Practical examples from the literature, such as EEG-based control of wheelchairs, robotic arms, and drones, are summarized to showcase the real-world potential of BCI systems. This paper aims to guide future work in designing personalized, low-latency, and high-accuracy EEG-based interaction systems, with a particular focus on rehabilitation technologies and cognitive augmentation.

Keywords: Electroencephalography (EEG), Brain-Computer Interface (BCI), Deep Learning (DL), Signal Processing

INTRODUCTION

Electroencephalography (EEG) is a non-invasive technique that enables time-sensitive measurement of the brain's electrical activity, and it stands out as one of the most accessible neurophysiological tools for directly observing neural functions[1]. Due to its high temporal resolution, low hardware cost, and portability, EEG has found extensive use not only in clinical diagnostics and neurological assessments, but also in real-time cognitive state monitoring, attention detection, and mental state classification[2].

In recent years, significant advances have been made in processing the complex structure of EEG signals using artificial intelligence (AI), particularly through machine learning (ML) and deep learning (DL) algorithms[3]. These approaches have enabled the translation of EEG signals into mental commands, which in turn can be used to control external systems.

In this context, **brain–computer interfaces (BCIs)** have emerged as innovative technologies that allow individuals to control computers, prosthetic devices, robotic systems, or other electronic apparatuses solely through their mental activity. BCI systems can recognize a range of commands by analyzing EEG-based signal sources such as motor imagery (MI), evoked potentials (e.g., P300, SSVEP), and rhythmic cortical activity.

As illustrated in Figure 1, these techniques have particularly expanded communication and control capabilities for individuals with physical impairments, while also redefining the boundaries of human–machine interaction. However, several challenges remain, including the inherently low signal-to-noise ratio of EEG data, inter-subject variability, and limited spatial resolution—each of which constitutes a major constraint on BCI system performance.

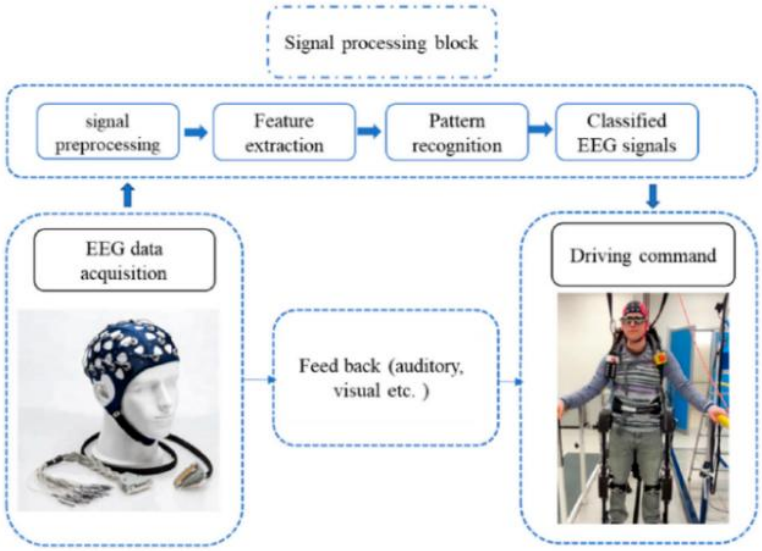


Figure 1. EEG - Motor Control [3]

This paper examines the role of EEG-based mental command recognition systems in human–machine interaction. It provides a comprehensive evaluation of the fundamental approaches in this domain, including the employed BCI techniques and contemporary artificial intelligence methods, in order to highlight the current state of progress in the classification of mental commands.

CONCEPTUAL FRAMEWORK

Characteristics And Processing Of Eeg Signals

EEG signals are generally characterized by low amplitude (in the microvolt range) and a high level of noise; therefore, their processing requires multi-stage preprocessing, filtering, and feature extraction techniques[4].

Fundamentally, EEG signals can be categorized into two groups: spontaneous signals and evoked potentials. Spontaneous EEG comprises naturally occurring signals that arise during states such as rest, sleep, or internal thought, whereas evoked potentials are more structured signals elicited by external stimuli, as observed in paradigms like motor imagery, P300, or Steady-State Visual Evoked Potentials (SSVEP). Among these, SSVEP provides a particularly stable form of EEG activity due to its frequency-locking property and relatively high signal-to-noise ratio[3,4]. When the eyes are exposed to visual stimuli flickering at a specific frequency, the resulting EEG responses exhibit strong energy at corresponding frequency components, producing distinctive and reproducible patterns unique to each individual.

However, EEG signals are subject to significant variability due to inter-individual neurophysiological differences, environmental conditions, and session-to-session fluctuations. This variability poses a major challenge to model generalization, especially in applications such as biometric identification and mental command systems. To overcome this issue, modern EEG-based systems increasingly adopt methods aimed at extracting invariant features in the frequency domain, which are more robust to temporal variations[4].

In recent years, modeling EEG signals using a multi-subband approach and prioritizing frequency components via attention mechanisms has significantly improved the performance of deep learning architectures, such as the Attentive Multi-subband Depth Identity Embedding Learning Network (AMDIELN). These models capture deep spatial and temporal features of EEG data, enabling the extraction of identity-relevant information that remains stable across sessions. Frequency-domain features such as power spectrum, harmonic components, and temporal correlations are especially critical for deriving individual cognitive signatures[5].

The fundamental steps involved in the processing of EEG signals are as follows:

- **Preprocessing:** Noise reduction and band-pass filtering (e.g., 2–15 Hz) to isolate cognitively relevant frequency bands
- **Segmentation**: Dividing the signal into specific time intervals to facilitate temporal analysis.
- **Feature Extraction**: Applying methods such as Power Spectral Density (PSD), Fourier Transform, Short-Time Fourier Transform (STFT), and Auto-regression to derive meaningful signal characteristics.
- **Dimensionality Reduction**: Utilizing techniques like Principal Component Analysis (PCA), t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE), or tensor transformations to reduce data complexity while preserving salient information.
- **Classification**: SVM, KNN, CNN, Transformer-based network.

Through this architecture[6], EEG-based systems are capable of accurately characterizing individual cognitive traits and have become increasingly suitable for integration into human–machine interaction platforms.

BCI Systems and Mental Command Recognition

Brain–computer interfaces (BCIs) are innovative technologies that enable individuals to control external systems through neural activity. These systems have proven particularly effective in the rehabilitation of individuals with limited motor capabilities[7]. BCI systems typically rely on EEG data, from which signals corresponding to various mental states are extracted to perform distinct tasks.

Among the prominent paradigms employed in BCI systems are both endogenous and exogenous stimulus-based approaches, such as motor imagery (MI), steady-state visual evoked potentials (SSVEP), and P300. Numerous review studies have systematically highlighted the strengths of P300 and SSVEP paradigms in terms of signal processing, pattern recognition, and control techniques[8].

For individuals with complete loss of motor function, endogenous EEG-based BCI systems have been developed to enable online communication. These systems rely on paradigms that operate without the need for external stimuli. For instance, the feasibility of such systems has been demonstrated in a study utilizing a Riemannian geometry-based classification approach, which achieved an accuracy rate of 87.5%[9].

Within the scope of mental command systems, deep learning-based architectures have garnered significant attention in recent years. Comprehensive review studies evaluating the strengths and limitations of models such as (CNN), (RNN), (LSTM), (GAN), and Transformer have demonstrated that the integration of artificial intelligence into BCI applications substantially enhances overall system performance[10].

The applicability of BCI systems has been demonstrated not only in theory but also through practical implementations. For instance, by combining motor imagery and steady-state visual evoked potential (SSVEP) signals, a quadcopter was successfully navigated in three-dimensional space, achieving an accuracy rate of 87.09% using eight distinct EEG-based commands. Supported by real-time feedback and offline optimization, this system offers a high level of control capability based on mental commands within the domain of human–machine interaction. [8].

Morever, EEG-based BCI applications have also gained importance for elderly and disabled individuals, enabling the classification of various mental tasks through the application of machine learning techniques such as (ANN), (SVM) and (LDA) to EEG data.[11] .

EEG Based Applications in Human-Machine Interaction

Electroencephalography (EEG) signals are increasingly being utilized not only for medical diagnostics but also in systems that enable real-time human–machine interaction. EEG-based interfaces developed to enhance the quality of life for individuals with physical disabilities offer practical solutions in various application areas, including wheelchair control, robotic arm manipulation (as illustrated in Figure 2), and virtual keyboard usage[3].

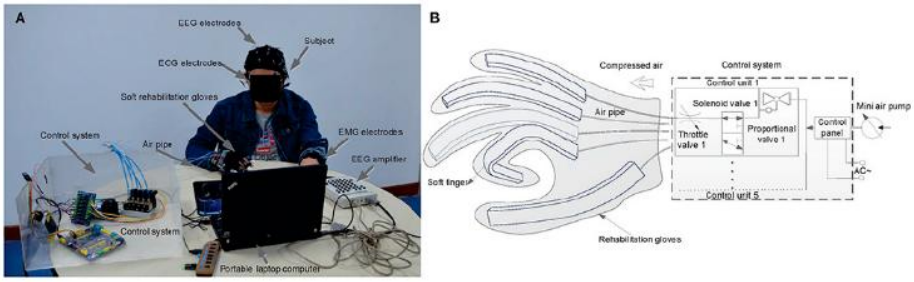


Figure 2. (A) The prototype BCI model and its experimental setup; (B) the control scheme of

the soft robotic hand. [3].

These systems are generally designed to control various devices through mental commands; for instance, directives such as 'move forward,' 'stop,' or 'turn right' are typically derived from paradigms like motor imagery or P300.[8] . In P300-based systems in particular, users are presented with a series of letters, icons, or options, and the system generates the intended output based on the user's attentional response to the selected item. This method has even made it possible for individuals with communication impairments to compose text by selecting letters[12,13].

The literature includes successful examples of controlling drones or robotic platforms using EEG signals. Notably, in a study developed for quadcopter control, motor imagery and steady-state visual evoked potential (SSVEP) signals were combined to enable three-dimensional movement, and the system achieved a command recognition accuracy of 87.09% [8]. In such applications, the system's real-time response latency and its ability to provide user feedback enhance the immediacy of interaction and significantly improve the overall user experience.

Another notable application area involves brainwave-driven robotic control systems. In these systems, EEG signals acquired from the user are preprocessed and classified—often using classifiers such as Artificial Neural Networks (ANN) and Support Vector Machines (SVM)—to enable directional commands such as forward, backward, or turning movements. In this context, the developed systems have demonstrated average classification accuracies exceeding 75%.[3]

In recent years, EEG-based interfaces integrated with virtual reality (VR) and augmented reality (AR) environments have also shown significant development. In such systems, EEG signals are used to adapt the virtual content based on the user's level of attention or emotional state. For instance, when focus levels decline, the content on the screen may be slowed down, or the brightness of the environment may be reduced. As a result, these systems enable not only command recognition but also emotion-driven interaction.[14]

In conclusion, EEG-based human–machine interaction encompasses a wide range of applications, from rehabilitation technologies and cognitive gaming to industrial machine control and autonomous systems. The ability to interpret user-derived signals with low latency and high accuracy is a critical factor that directly influences the reliability of these systems**.**

METHODOLOGY

In this study, the EEG-based mental command recognition system (Figure 3.) comprises three main technical stages: preprocessing, feature extraction, and classification. Each stage has been optimized using AI-driven methods to ensure effective noise reduction, transformation of signals into meaningful representations, and accurate classification

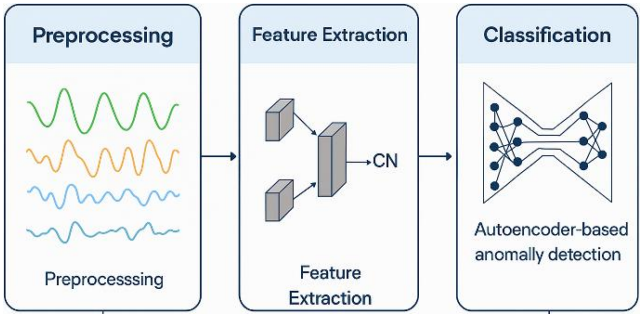


Figure 3. Method and system architecture

Preprocessing

Raw EEG signals, due to their high levels of artifacts—such as eye blinks and muscle movements—are initially subjected to filtering techniques. A band-pass filter (1–15 Hz) is applied to retain only the cognitively relevant frequency bands. Subsequently, the signals are segmented into fixed time windows to facilitate consistent temporal analysis[15]. This structure has been implemented to enhance the consistency of time-based analyses.

Feature Extraction

Instead of traditional hand-crafted feature engineering, deep learning architectures have been employed for automatic feature extraction. Convolutional Neural Networks (CNNs) have proven effective in capturing both temporal and spatial features. The model directly processes multi-channel EEG data as input and automatically learns task-relevant patterns through its convolutional layers.[16]. Thus, user-specific EEG signatures are modeled.

Classification

Both traditional and AI-based deep learning approaches have been utilized for the classification of EEG signals. Classical methods such as Support Vector Machines (SVM), Artificial Neural Networks (ANN), and Linear Discriminant Analysis (LDA) have been preferred due to their low computational cost. On the deep learning side, architectures like Convolutional Neural Networks (CNN), Long Short-Term Memory (LSTM), and Autoencoders have stood out for their ability to capture complex patterns in time-series data. In particular, Autoencoder-based anomaly detection has emerged as a robust alternative for handling inter-subject variability, owing to its capacity to operate on unlabeled data.[17].

In conclusion, the system filters and segments the EEG data, learns spatio-temporal features using a CNN architecture, and evaluates the extracted representations through an Autoencoder-based classifier. As a result, it achieves high-accuracy mental command recognition with minimal noise interference.

DISCUSSION

The prominent methods highlighted in the reviewed studies are shaped around various deep learning architectures, classical machine learning classifiers, and hybrid feature extraction approaches. For example, in imagined speech classification, an approach in which phase-amplitude components derived using the Hilbert transform are processed through a CNN architecture has shown success in word-based command recognition; however, due to the complexity of the model, it has remained limited in real-time applications.[15].

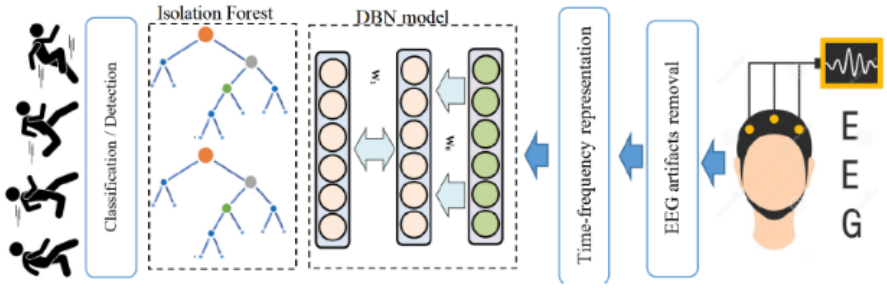


Figure 4. Schematic representation of general deep learning frameworks for tasking EEG-based mental discriminations [17].

In another study focused on mental task classification (see Figure 4), an autoencoder-based anomaly detection approach was proposed. In this model, only 'normal' task patterns were learned without relying on labeled data, and during the testing phase, task differentiation was performed based on reconstruction error[17].

Comprehensive reviews have compared CNN, RNN, LSTM, GAN, and Transformer architectures in detail. It has been reported that CNNs perform well in capturing spatial patterns, LSTMs are effective for temporal dynamics, and GANs are successfully utilized for data augmentation purposes[10].

Numerous studies have emphasized the importance of task-specific architecture pairings: for instance, the CNN+LSTM combination has been favored in motor imagery tasks, while Autoencoder-based structures have been preferred for attention-related tasks. In terms of accuracy, FAWT+ensemble models have demonstrated notable performance, reaching up to 97.8%. A comparative overview is provided in Table 1.

Study / Method	Application Area	Architectural	Accuracy percentage (%)
Hilbert + CNN	imagined speech	Deep CNN	-
Autoencoder	Mental task	Anomaly detection (CNN)	-
FAWT + IMV	Three classes of mental tasks	Ensemble + Wavelet	97.8
ANN & SVM	Motor task	Levenberg-Marquardt, RBF	98–99+
CNN + LSTM	Motor imagery	Hybrid Deep Learing	>94

Table 1. Mental Command Classification – Comparison of Methods

In line with the aforementioned reviews, this study has addressed the structure of EEG-based mental command recognition systems, the artificial intelligence methods employed, and their application potential. The reviewed literature demonstrates that both classical approaches (SVM, ANN, LDA) and deep learning-based methods (CNN, LSTM, Autoencoder) yield high accuracy in mental task classification.

Building on the studies discussed in the literature, this paper presents a practical application of EEG-based mental command recognition systems in the form of a BCI-assisted exoskeleton. Figure 5 illustrates a conceptual example of the proposed mechanical design. Prior research has demonstrated that EEG signals can be used to achieve upper and lower limb control through paradigms such as motor imagery (MI), P300, and SSVEP. The proposed project is specifically structured to support the rehabilitation of individuals with paralysis, with the aim of enabling lower-limb movement control through the exoskeleton.

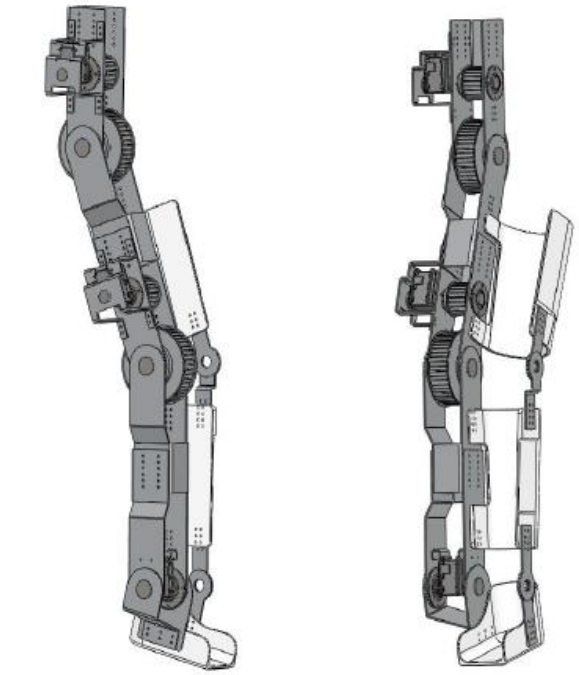


Figure 5. Conceptual solid model of the lower-limb exoskeleton system[18]

The proposed system is examined under two main categories;

i. **System Architecture**

- **EEG-Based Command Detection Unit:** This unit detects the user's motor imagery-based mental commands (e.g., "walk," "stop," "take a step") by recording data acquired from EEG electrodes.

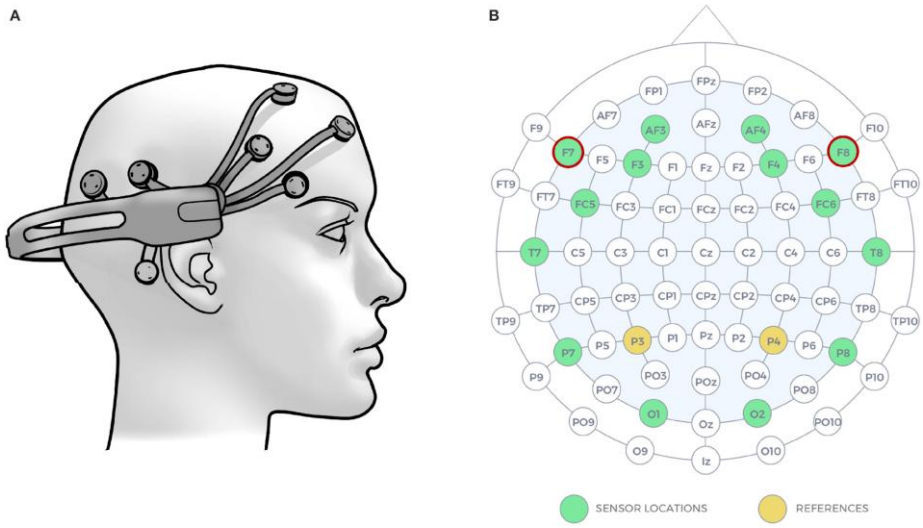


Figure 6. (A) (A) Emotiv EPOC+ headset was used for recording of brain activity, (B) the EEG signals were collected form 14 electrode sites (shown with green) according to the 10-20 system. The two electrodes with red circles were used for computation of Frontal Brain Asymmetry. (The images are taken from the documentation of the Emotiv EPOC+ helmet available at https://www.emotiv.com.)[19]

- **Feature Extraction and Classification Module:** Wavelet transform and adaptive autoregressive models can be employed for time-frequency analysis and obtaining clean signals. Signal classification can be performed using methods such as CNN or SVM. In

advanced models, deep learning-based hybrid architectures (e.g., CNN combined with LSTM) are also recommended.

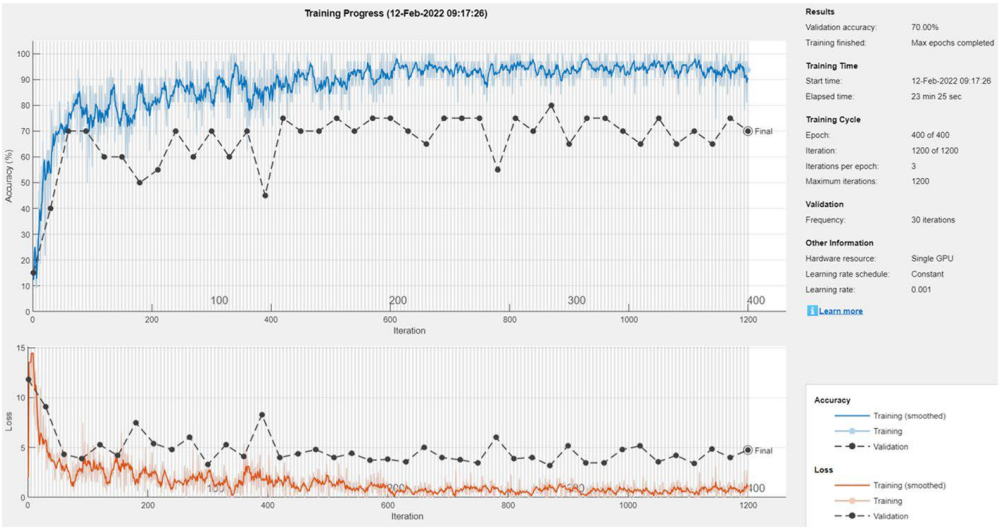


Figure 6. Example convergence curve for the proposed CNN architecture[15]

- **Motor Control Unit:** The detected commands are transmitted to the movement mechanisms of the exoskeleton. It is designed to provide appropriate and flexible rotational capabilities to the knee, hip, and ankle joints through linear actuators and servo motors. This control structure performs functions such as stepping, knee bending, or stopping based on user commands. **Feedback Mechanism:** In advanced models, visual or haptic feedback is provided to the user to stimulate brain–nerve plasticity. This setup enables a closed-loop rehabilitation system.

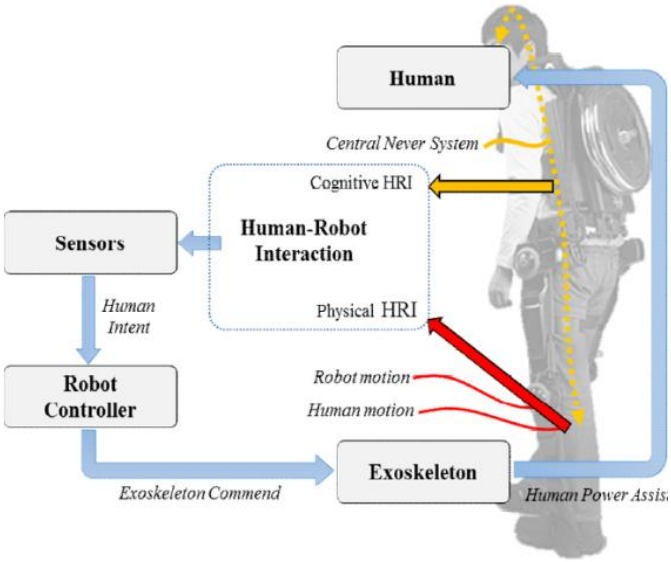


Figure 7. Conceptual Design of a Basic Exoskeleton Type [20]

ii. Paradigm and Signal Usage

The system is planned to be based on motor imagery (MI) or steady-state visually evoked potential (SSVEP) paradigms. When the user mentally attempts to move the right or left leg, this induces event-related desynchronization (ERD) in the alpha (8–13 Hz) and beta (13–30 Hz) waves of the motor cortex. These patterns are recognized by the system and converted into

corresponding commands. Alternatively, exogenous stimulus-based paradigms such as P300 can also be presented to the user.

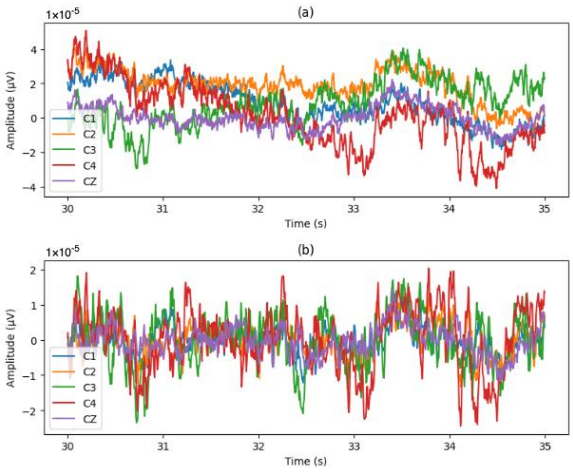


Figure 8. EEG signals from electrodes C3, C1, CZ, C2 and C4. The first 5 seconds of Subject 1 are displayed. (a) Raw EEG signal and (b) processed EEG signal

CONCLUSION

In conclusion, this study presents an EEG-based mental command recognition system as a fundamental component aimed at designing a system to support the rehabilitation of individuals experiencing motor impairments such as stroke. In recent years, the integration of BCI systems with robotic exoskeletons has established an effective closed-loop rehabilitation environment that facilitates the recovery of motor functions. In this context, real-time feedback mechanisms and user-specific model adaptations have become critical components for the system's usability and effectiveness. Moreover, the real-time processing of non-invasive EEG signals and their compatibility with low-power embedded platforms demonstrate the feasibility of portable, cost-effective, and scalable rehabilitation solutions.

Future studies should focus on improving inter-subject generalization capabilities, reducing inter-session signal variability, and validating these systems with larger-scale clinical trials. Once these challenges are overcome, EEG-based BCI systems have the potential to become practical and reliable assistive technologies for individuals with neuromuscular disorders.

REFERENCES

1. Kimmatkar NV, Babu BV. Novel approach for emotion detection and stabilizing mental state by using machine learning techniques. *Computers*. 2021;10(3):37.
2. Mouazen B, Bendaouia A, Abdelwahed E, De Marco G. Machine learning and clinical EEG data for multiple sclerosis: A systematic review. *ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE*. 2025-08-01 2025;166103116. doi:10.1016/j.artmed.2025.103116
3. Orban M, Elsamanty M, Guo K, Zhang S, Yang H. A review of brain activity and EEG-based brain–computer interfaces for rehabilitation application. *Bioengineering*. 2022;9(12):768.
4. Gu C, Jin X, Zhu L, et al. Cross-session SSVEP brainprint recognition using attentive multi-sub-band depth identity embedding learning network. *Cognitive Neurodynamics*. 2025;19(1):15.
5. Nandakumar R, Deivanayagi S, Kirubha SA, Prabu R. Recognizing Emotions from Physiological Data in a Eeg Signals Using a Novel Deep Learning Technique. *Circuits, Systems, and Signal Processing*. 2025:1-24.

6. Barrowclough J, Nnamoko N, Korkontzelos I. Personalised Affective Classification Through Enhanced EEG Signal Analysis. *Applied Artificial Intelligence*. 2025;39(1):2450568.
7. Turi F, Clerc M, Papadopoulo T. Long multi-stage training for a motor-impaired user in a BCI competition. *Frontiers in human neuroscience*. 2021;15:647908.
8. Yan N, Wang C, Tao Y, et al. Quadcopter control system using a hybrid BCI based on off-line optimization and enhanced human-machine interaction. IEEE Access 8, 1160–1172 (2020). 2020.
9. Han C-H, Kim Y-W, Kim DY, Kim SH, Nenadic Z, Im C-H. Electroencephalography-based endogenous brain–computer interface for online communication with a completely locked-in patient. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2019;16:1-13.
10. Hossain KM, Islam MA, Hossain S, Nijholt A, Ahad MAR. Status of deep learning for EEG-based brain–computer interface applications. *Frontiers in computational neuroscience*. 2023;16:1006763.
11. Wan X, Zhang K, Ramkumar S, et al. A Review on Electroencephalogram Based Brain Computer Interface for Elderly Disabled. *IEEE ACCESS*. 2019-01-01 2019;7:36380-36387. doi:10.1109/ACCESS.2019.2903235
12. Sözer A, Fidan C. Novel spatial filter for SSVEP-based BCI: A generated reference filter approach. *COMPUTERS IN BIOLOGY AND MEDICINE*. 2018-05-01 2018;96:98-105. doi:10.1016/j.compbiomed.2018.02.019
13. Sözer AT, Fidan CB. Emotiv Epoc ile Durağan Hal Görsel Uyarılmış Potansiyel Temelli Beyin Bilgisayar Arayüzü Uygulaması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2019;8(1):158-166.
14. Albayrak-Kutlay Y, Bengisu M. Exploring VR and Neuroscience Methodologies in Interior Design: A Systematic Review. *HUMAN BEHAVIOR AND EMERGING TECHNOLOGIES*. 2025-01-01 2025;2025(1)7410855. doi:10.1155/hbe2/7410855
15. Agarwal P, Kumar S. EEG-based imagined words classification using Hilbert transform and deep networks. *Multimedia Tools and Applications*. 2024;83(1):2725-2748.
16. Leela M, Helenprabha K. Incremental learning based two-level multimodal data fusion model for Alzheimer disease prediction on different data modalities. *Connection Science*. 2025;37(1):2458501.
17. Dairi A, Zerrouki N, Harrou F, Sun Y. EEG-based mental tasks recognition via a deep learning-driven anomaly detector. *Diagnostics*. 2022;12(12):2984.
18. Toygar EM, Özkurt A, Kıral Z, et al. İnsan bacak hareketleri için prototip dış iskelet robotik sisteminin mekanik tasarımı ve hareket verilerinin yapay sinir ağları ile elde edilmesi. *Sakarya University Journal of Science*. 2012;16(3):234-248.
19. Staffa M, D'Errico L, Sansalone S, Alimardani M. Classifying human emotions in HRI: applying global optimization model to EEG brain signals. *Frontiers in Neurorobotics*. 2023;17:1191127.
20. Lee H-D, Han C-S. Technical trend of the lower limb exoskeleton system for the performance enhancement. *Journal of institute of control, robotics and systems*. 2014;20(3):364-371.
21. Mendivil Sauceda JA, Marquez BY, Esqueda Elizondo JJ. Emotion Classification from Electroencephalographic Signals Using Machine Learning. *Brain Sciences*. 2024;14(12):1211.

ARTVİN'İN EKOMÜZE POTANSİYELİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE KÜLTÜREL MİRAS KESİŞİMİNDE BİR MODEL ARAYIŞI

ARTVİN'S ECOMUSEUM POTENTIAL: SEEKING A MODEL AT THE INTERSECTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND CULTURAL HERITAGE

Zekiye Çıldır
Doç. Dr. Artvin Çoruh Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi, Görsel İletişim Tasarımı, Görsel İletişim Tasarımı Anabilim Dalı
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9203-7200

Ceren Güneröz
Doç. Dr. Ankara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzecilik Bölümü, Çocuk Kültürü Araştırma ve Uygulama Merkezi,
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5773-8557

Özet

Uluslararası Müzeler Konseyi (ICOM) müzeyi, toplumun hizmetinde olan, maddi ve manevi mirası araştıran, toplayan, koruyan, yorumlayan ve sergileyen, kâr amacı gütmeyen, kalıcı bir kurum olarak tanımlamıştır. Yeni tanımıyla müzeler, kamuya açık, erişilebilir ve kapsayıcı olmalı; çeşitliliği ve sürdürülebilirliği teşvik etmelidir. Bilim, kültür ve sanat açışından öncelikli ve sürekli gelişmeye açık kurumlar olan müzeler aynı zamanda Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG) ile güçlü ve çok yönlü bir ilişki kurarlar. Müzeler, yalnızca kültürel mirasın korunması değil, aynı zamanda sosyal adalet, eğitim, eşitlik ve çevresel sürdürülebilirlik gibi alanlarda önemli roller üstlenirler. Etik, profesyonel bir şekilde ve toplulukların katılımıyla faaliyet gösterir ve iletişim kurar, eğitim, eğlence, düşünme ve bilgi paylaşımı için çeşitli deneyimler sunarlar. Sergilerde ve etkinliklerde sürdürülebilirlik temalarına yer vererek bilinçli tüketimi teşvik edebilir ve koleksiyonların korunmasında çevreye duyarlı yöntemler kullanılmasında öncü rol üstlenirler. Ekolojik, toplumsal ve kültürel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu olarak eko müzeler, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları doğrultusunda önemli bir araç ve model olarak öne çıkmaktadır. Ekomüzeler, sadece nesneleri değil; insanı, çevreyi, yaşam biçimlerini, üretimi, yerel bilgiyi ve toplumsal belleği odağına alır. Bu yaklaşım, kalkınmanın çok boyutlu doğasına doğrudan katkı sağlamaktadır. Ekomüzeler, nitelikli eğitim hedefi kapsamında yerel bilgi sistemlerini, geleneksel zanaatları, tarım yöntemlerini ve kültürel pratikleri aktararak yaygın eğitimi destekler. Ekomüzeler, yerel zanaatkârlığı, eko turizmi, sürdürülebilir tarımı ve kırsal üretimi destekleyerek ekonomik çeşitliliğe katkı sağlar. Kadınlar ve gençler için istihdam fırsatları sunar, kırsal kalkınmaya katkıda bulunur. Bu müzeler özellikle kırsal bölgelerde aidiyet duygusunu pekiştirerek göçü azaltabilir. Ekomüzeler, kent merkezli kalkınma anlayışına karşılık, yerel odaklı sürdürülebilir yaşam biçimlerini teşvik ederler. Geleneksel üretim tekniklerini görünür kılarak bilinçli tüketim alışkanlıklarını yaygınlaştırır. El işi, yerel gıda, sürdürülebilir tarım gibi alanlarda tüketicilerin farkındalığını artırırlar. Ekomüzeler, fiziksel bir mekânla sınırlı olmayıp, müzenin kendisi yerel coğrafyadır. Çünkü yerel halk pasif izleyici değil, müzenin aktif kurucusu ve sürdürücüsüdür. Artvin somut ve somut olmayan kültürel mirası ve doğal miras zenginlikleriyle sürdürülebilir bir ekomüze potansiyeli barındırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, ekolojik, kültürel ve toplumsal sürdürülebilirliği odağına alan ekomüze yaklaşımını kuramsal ve uygulamalı düzeyde inceleyerek, Artvin'in doğal, kültürel ve somut olmayan miras potansiyelini sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda değerlendirmektir. Bu bağlamda, müzelerin Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ile kurduğu çok yönlü ilişki temel alınarak; yerel bilgi sistemlerinin korunması, toplumsal katılımın güçlendirilmesi, kırsal kalkınmanın desteklenmesi ve kültürel mirasın çevre dostu yöntemlerle aktarılması gibi konulara odaklanılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: müze, ekomüze, sürdürülebilir kalkınma, toplum katılımı

Abstract

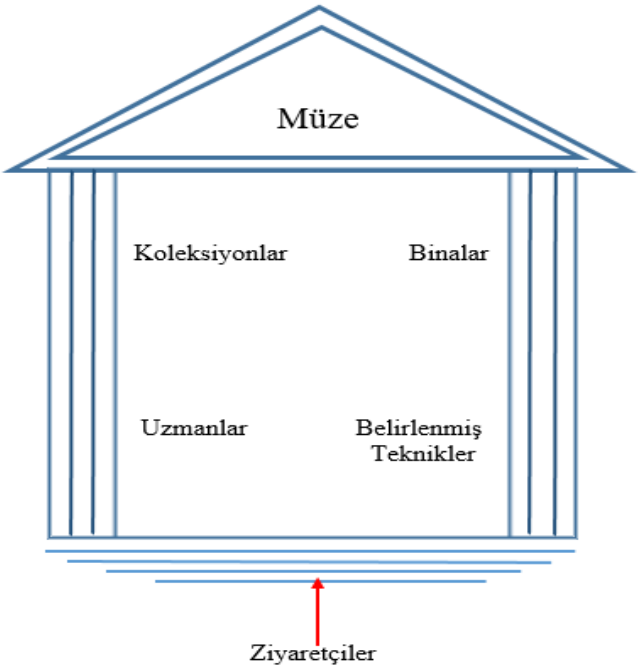
According to International Council of Museums (ICOM), a museum is a not-for-profit, permanent institution in the service of society that researches, collects, conserves, interprets and exhibits tangible and intangible heritage. Open to the public, accessible and inclusive, museums foster diversity and sustainability. They operate and communicate ethically, professionally and with the participation of communities, offering varied experiences for education, enjoyment, reflection and knowledge sharing. Museums, as institutions prioritized in the fields of science, culture, and art and open to continuous development, also establish a strong and multifaceted relationship with the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs). Museums play significant roles not only in the preservation of cultural heritage but also in areas such as social justice, education, equality, and environmental sustainability. They operate ethically and professionally, engage with communities, and offer diverse experiences for education, entertainment, reflection, and knowledge sharing. By including sustainability themes in exhibitions and activities, museums can promote conscious consumption and take a leading role in the use of environmentally sensitive methods for the preservation of collections. Aligned with the goals of ecological, social, and cultural sustainability, ecomuseums stand out as an important tool and model in accordance with the United Nations' Sustainable Development Goals. Ecomuseums do not only focus on objects; they center people, the environment, ways of life, production practices, local knowledge, and collective memory. This approach contributes directly to the multidimensional nature of development. Within the scope of quality education, ecomuseums support non-formal education by transferring local knowledge systems, traditional crafts, agricultural methods, and cultural practices. Ecomuseums contribute to economic diversity by supporting local craftsmanship, ecotourism, sustainable agriculture, and rural production. They offer employment opportunities especially for women and youth and support rural development. These museums help strengthen the sense of belonging in rural areas, thus reducing migration. In contrast to urban-centered development models, ecomuseums promote locally grounded sustainable lifestyles. By making traditional production techniques visible, they raise awareness of responsible consumption habits. They enhance consumer awareness in areas such as handicrafts, local foods, and sustainable agriculture. Ecomuseums are not confined to a physical space; rather, the museum itself is the local geography. This is because the local community is not a passive audience, but the active creator and sustainer of the museum. With its tangible and intangible cultural heritage as well as its rich natural assets, Artvin possesses significant potential for a sustainable ecomuseum. The aim of this study is to examine the ecomuseum approach, which centers on ecological, cultural, and social sustainability, at both theoretical and practical levels, and to evaluate Artvin's tangible and intangible heritage potential in line with sustainable development goals. In this context, the study focuses on the multifaceted relationship between museums and the United Nations' Sustainable Development Goals, with particular attention to the preservation of local knowledge systems, the strengthening of community participation, the support of rural

development, and the transmission of cultural heritage through environmentally conscious methods.

Keywords: museum, ecomuseum, sustainable development, community participation

GİRİŞ

Ekomüzeler: Toplum Temelli Miras Koruma ve Katılımcı Müzecilik Yaklaşımı



Görsel 1. Çağdaş Müze

Prag'da, 24 Ağustos 2022'de, ICOM Olağanüstü Genel Kurulu, yeni müze tanımına ilişkin teklifi %92,41 (Lehte: 487, Aleyhte: 23, Çekimser: 17) oyla onayladı. Kabulün ardından, yeni ICOM müze tanımı şöyledir: "Müze, toplumun hizmetinde olan, maddi ve manevi mirası araştıran, toplayan, koruyan, yorumlayan ve sergileyen, kâr amacı gütmeyen, kalıcı bir kurumdur. Kamuya açık, erişilebilir ve kapsayıcı olan müzeler, çeşitliliği ve sürdürülebilirliği teşvik eder. Etik, profesyonel bir şekilde ve toplulukların katılımıyla faaliyet gösterir ve iletişim kurar, eğitim, eğlence, düşünme ve bilgi paylaşımı için çeşitli deneyimler sunarlar." (ICOM, 2022). Yeni tanımda dikkat çeken en önemli unsurlar; erişilebilirlik, kapsayıcılık, sürdürülebilirlik, etik ilkeler ve topluluk katılımı gibi güncel müzecilik kavramlarının merkeze alınmasıdır. Bu yaklaşım, müzenin yalnızca geçmişin koruyucusu değil, aynı zamanda toplumsal değişim ve dönüşümün bir parçası olduğunu vurgulamaktadır. Böylece müzeler, sadece koleksiyonlara değil, bu koleksiyonlarla kurulan insani ilişkilere odaklanan yapılar hâline gelmektedir.

Tanımda yer alan “maddi ve manevi miras” vurgusu, somut olmayan kültürel mirasın da müzeler aracılığıyla korunabileceğini kabul ederek, müzeciliği daha bütüncül (holistik) bir yaklaşımla ele almaktadır. Ayrıca “eğitim, eğlence, düşünme ve bilgi paylaşımı” gibi işlevler, müzenin yalnızca bilgi veren bir kurum değil, çok boyutlu deneyimler sunan bir öğrenme ve etkileşim alanı olduğunu da gösterir. Bu yeni tanım, özellikle topluluk temelli müzecilik, ekomüze uygulamaları ve dijital erişim olanakları açısından esneklik sağlayan bir çerçeve sunmaktadır. Sonuç olarak, ICOM’un 2022 tanımı, 21. yüzyılın sosyal, kültürel ve etik beklentilerine yanıt veren ilerici bir belgedir ve müzelerin dönüşen rolünü kavramsallaştırmak adına önemli bir eşik oluşturmaktadır.

Ekomüzeler, geleneksel müzecilik anlayışının ötesine geçerek, yerel halkı mirasın korunması ve yorumlanması sürecine aktif olarak dâhil eden, toplum temelli müzecilik modellerinden biridir. İlk olarak 1970'lerde Fransa'da ortaya çıkan bu model, Georges Henri Rivière ve Hugues de Varine gibi müzecilik kuramcılarının öncülüğünde şekillenmiştir. Ekomüzeler, yalnızca nesnelerin sergilendiği mekânlar olmakla kalmayıp, bir bölgenin doğal, kültürel ve sosyal mirasını bütünsel biçimde ele alan ve bu mirası yaşayan topluluklarla birlikte sürdüren dinamik yapılardır.

Ekomüzelerin temel özelliklerinden biri yerel topluluğun katılımıdır. Yerel halk, müzenin kurulum sürecinden sergi ve etkinliklerin tasarımına kadar birçok aşamada aktif rol oynar. Bu bağlamda ekomüzeler, katılımcı demokrasinin bir aracı olarak da değerlendirilebilir. Mirasın yalnızca korunması değil, toplumsal hafızanın canlı tutulması, kuşaklararası öğrenmenin desteklenmesi ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması da ekomüze yaklaşımının amaçları arasındadır. Bu nedenle ekomüzeler, UNESCO'nun kültürel mirasın korunmasına yönelik yaklaşımıyla da uyumludur.

Ekomüzeler, sabit bir binadan ziyade belirli bir coğrafi alanı kapsayan, doğa ile iç içe geçmiş yaşayan müze alanlarıdır. Köyler, kasabalar, kırsal yerleşim alanları ve kültürel peyzajlar ekomüze alanı olarak kullanılabilir. Bu alanlarda yerel üretim teknikleri, geleneksel el sanatları, yaşam biçimleri, tarım ve gastronomi kültürü gibi unsurlar ziyaretçilere hem sergiler hem de uygulamalı deneyimlerle sunulur. Böylece ziyaretçi, yalnızca izleyici değil, aynı zamanda öğrenen ve katkı sunan bir özne hâline gelir. Türkiye'de de son yıllarda ekomüze örneklerine ilgi artmaktadır. Özellikle kırsal kalkınmayı desteklemek, göçü tersine çevirmek ve yerel kimliği güçlendirmek amacıyla birçok bölgede ekomüze girişimleri hayata geçirilmiştir. Kenan Yavuz Etnografya Müzesi (Bayburt), Tahtacı Kültür Müzesi (Mersin) ve Beypazarı Yaşayan Köy Projesi bu bağlamda önemli örnekler arasında sayılabilir. Bu müzelerde yerel halkın katılımı, kültürel üretimin sürekliliği ve sürdürülebilir turizme katkı sağlama amacı öne çıkmaktadır.

Ekomüze hakkında

ICOM'un 2022 yılında kabul ettiği yeni müze tanımı, müzecilik anlayışında toplumsal sorumluluğu, katılımcılığı ve sürdürülebilirliği ön plana çıkararak, ekomüze yaklaşımının temel ilkeleriyle yüksek düzeyde örtüşmektedir. Ekomüzeler, yerel toplulukların maddi ve manevi miraslarını korumak, yaşatmak ve gelecek kuşaklara aktarmak amacıyla kurulan, katılımcı ve toplum temelli müze modelleridir. Bu bağlamda, ICOM'un tanımında vurgulanan *"toplumun hizmetinde olmak", "katılımcılık"* ve *"sürdürülebilirlik"* kavramları, ekomüzelerin kuruluş felsefesiyle birebir örtüşmektedir. Yeni tanımda müzelerin sadece sergileme işlevi değil, *araştırma, koruma, yorumlama, iletişim kurma ve eğitim gibi çok yönlü işlevleri* de vurgulanmaktadır. Ekomüzeler, bu işlevleri doğrudan yerel halkla birlikte, yerinde ve yaşanarak gerçekleştirdikleri için tanımın uygulanabilirliğini sahada görünür kılar. Ayrıca "manevi miras" vurgusu, sözlü tarih, geleneksel bilgi ve yaşam biçimlerinin müze aracılığıyla korunabileceğini savunan ekomüze yaklaşımını güçlendirmektedir.

Ekomüzeler, müzeyi bir bina olarak değil, bir yaşam alanı olarak gören holistik bir yaklaşıma sahiptir. Bu da yeni müze tanımında öne çıkan *"çeşitlilik", "kapsayıcılık"* ve *"erişilebilirlik"* gibi ilkeleri yerel bağlamda gerçekleştirmelerine olanak tanır. Sonuç olarak, ICOM'un yeni tanımı, ekomüze modelini sadece tanıyan değil, destekleyen bir çerçeve sunmaktadır. Bu da ekomüzelerin çağdaş müzeciliğin öncü ve örnek uygulamaları arasında yer aldığını göstermektedir. Ekomüzeler, geleneksel müzecilik anlayışının ötesine geçerek, yerel halkı mirasın korunması ve yorumlanması sürecine aktif olarak dâhil eden, toplum temelli müzecilik modellerinden biridir. İlk olarak 1970'lerde Fransa'da ortaya çıkan bu model,

Georges Henri Rivière ve Hugues de Varine gibi müzecilik kuramcılarının öncülüğünde şekillenmiştir. Ekomüzeler, yalnızca nesnelerin sergilendiği mekânlar olmakla kalmayıp, bir bölgenin doğal, kültürel ve sosyal mirasını bütünsel biçimde ele alan ve bu mirası yaşayan topluluklarla birlikte sürdüren dinamik yapılardır.

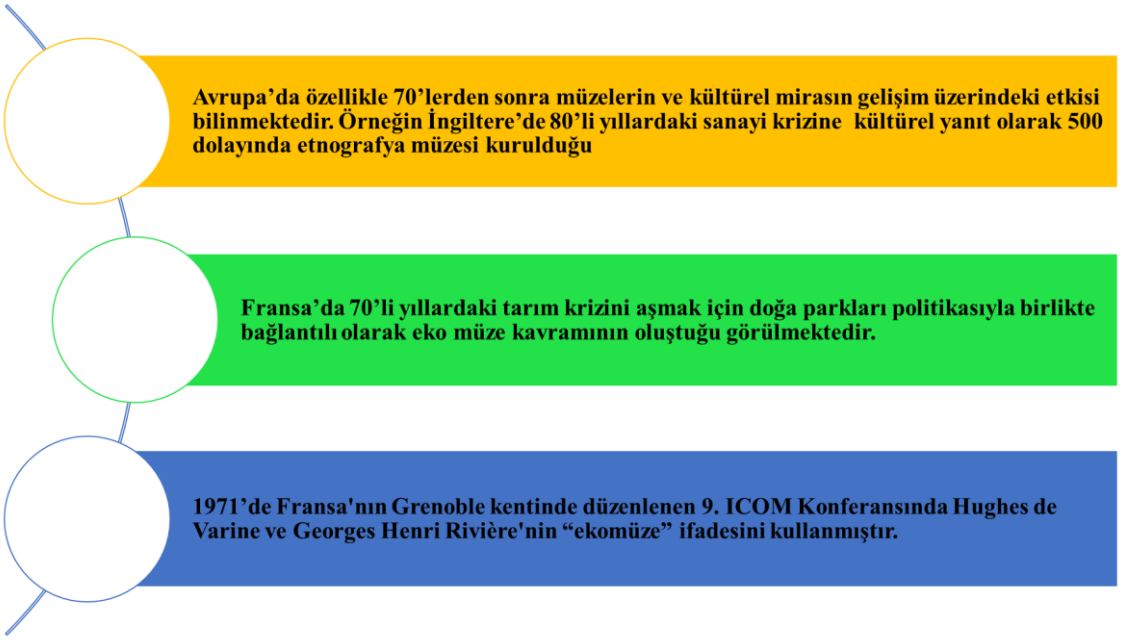
Davis (2004), "cultural touchstones" yani topluluk için anlam taşıyan sembolik mekânlar kavramını tanımlayarak, bu tür yerlerin toplumsal aidiyet ve miras bilinci oluşturduğunu vurgulayarak ekomüzelerin kimlik ve yer hissi yaratmadaki rolünü ortaya koymuştur. 2016 yılında ise, Davis (2016) yeni müzecilik kuramıyla ekomüze arasındaki bağlantıyı incelemiş, bu modelin mirasın demokratikleşmesi ve yerel kalkınma için nasıl bir araç sağladığını tartışmıştır. Ekomüzeler bu bağlamda içerik açısından oldukça kapsayıcı müzelerdir. Davis, "Yeni Müzecilik" (New Museology) anlayışının temel ilkeleri ile *ekomüze* modelini karşılaştırmalı olarak ele almıştır. Yeni müzecilik, 1980'lerden itibaren müzelerin sadece nesne sergileyen kurumlar olmaktan çıkarak, toplumla etkileşen, çok sesli, katılımcı ve eleştirel yapılar hâline gelmesini savunmaktadır ve ekomüzenin bu anlayışla tamamen örtüştüğünü belirterek, ekomüzeyi yeni müzeciliğin "yaşayan" bir örneği olarak değerlendirmiştir.

Davis (2016)'e göre, ekomüze ve yeni müzecilik yaklaşımı arasında toplum katılımı, sosyal adalet ve temsil, sürdürülebilirlik ve yerel kalkınma ile yer ve kimlik bağlamlarında benzerlikler bulunmaktadır. Ekomüzeler, yerel halkın sadece izleyici değil aynı zamanda "ortak üretici" olduğu modellerdir. Davis'e göre bu katılım, yeni müzecilikte vurgulanan "kullanıcı merkezli müze" anlayışıyla doğrudan ilişkilidir. Ekomüzeler, yerel toplulukların kendi kimliklerini tanımlamalarına, temsil ve ifade etmelerine olanak tanımaktadır. Böylece miras, tek merkezli değil, çoklu bakış açılarıyla yorumlanmaktadır. Bu da "demokratikleşme" örneği olarak kabul edilmektedir. Ekomüzeler, yalnızca kültürel mirası korumamakta, aynı zamanda kırsal kalkınmaya, yerel ekonomiye ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunmaktadır. Bu çok boyutlu yaklaşım, Davis'in "holistik müzecilik" dediği daha geniş bir müze işlevselliğinin parçasıdır. Davis, (2016), özellikle 'place-based identity' kavramını öne çıkarmaktadır. Yani ekomüzeler, mekânla olan bağ üzerinden topluluk kimliği inşa etmektedir. Miras, sadece korunacak bir geçmiş değil, aynı zamanda bugünü ve geleceği şekillendirecek bir araç olarak kabul edilmektedir.

Davis'in yaklaşımından hareketle *holistik müzecilik* üzerine çalışan araştırmacılara baktığımızda bu müze yaklaşımını bütüncül olarak aşağıdaki gibi değerlendirdikleri görülmektedir (Latham, 2007; Dirsehan, T., & Yalçin, 2011; Philippopoulos, 2024; Yalçın, M., & Dedeoğlu, 2024). Bu maddeler de ekomüzelerin taşıdığı genel özellikler olarak kabul edilmektedir.

1. *Toplum Odaklılık:* Müzeler yalnızca nesneleri değil, bu nesnelerle bağlantılı insanları, hikâyeleri ve sosyal bağlamları da dikkate almaktadır. Ziyaretçi bir "tüketici" değil, sürece dâhil olan bir "katılımcı"dır.
2. *Kültürel ve Doğal Mirasın Birlikte Ele Alınması*: Holistik müzecilik, kültürel ve doğal mirasın ayrılmaz bir bütün olduğunu savunmaktadır. Bu yaklaşım özellikle ekomüzelerde yaygındır: Bir köydeki geleneksel yaşam tarzı, doğa ile iç içe sergilenmektedir.
3. *Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik:* Müze, yalnızca kültürel aktarıma değil, aynı zamanda ekolojik duyarlılık ve yerel kalkınma hedeflerine de hizmet etmektedir.

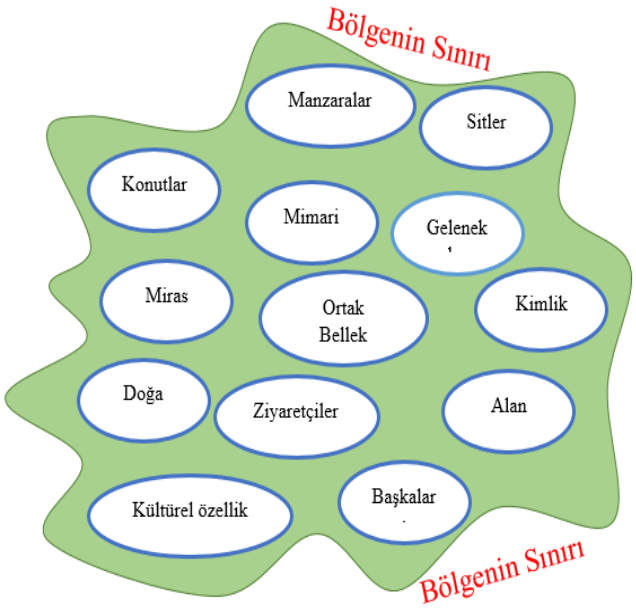
4. *Yerel Kimlik ve "Yer Duygusu":* Holistik müzecilik, belirli bir topluluğun veya bölgenin kimliğini desteklemektedir. “Yer” yalnızca bir mekân değil, anlamla yüklü bir aidiyet alanıdır.
5. *Eğitim ve Yaşam Boyu Öğrenme*: Bu yaklaşımda müze, formal eğitim dışında yaşam boyu öğrenmenin sürdüğü çok yönlü bir öğrenme ortamıdır.
6. *Disiplinlerarası Yaklaşım*: Sanat tarihi, antropoloji, çevre bilimi, ekonomi ve sosyoloji gibi farklı disiplinlerin birlikte çalışmasını teşvik etmektedir.



Görsel 2. Avrupa’da ekomüzelerin kısa tarihi (Kaynak: Göz, Seda ve Ceren Güneröz (2023).)

Ekomüzenin ne olduğu ve geleneksel müzeden ayırt etmek için pek çok girişim vardır. Renee Rivard 1988 yılında iki müze türünü karşılaştıran bir formülasyon geliştirmiştir (Keohane, 2023):

a. Geleneksel Müze: bina+koleksiyonlar+ uzmanlar+ ziyaretçiler
b. Ekomüze: bölge+miras+bellek+halk



Görsel 3. Ekomüzelerin kapsamı (Kaynak: Göz, Seda ve Ceren Güneröz (2023).)

De Varine (2005), 1971'de ekomüze teriminin Georges Rivière ile birlikte Fransız Çevre Bakanlığı için oluşturulduğunu, böylece müzeciliğin mekândan topluma geçişinin teorik olarak kurulduğunu ifade etmektedir. Howard (2002), bu modelin kırsal kalkınma ve yerel turizm ile iş birliği içinde geliştirildiğini, bölgesel kalkınmaya önemli destekler sağlayabileceğini ancak turizm potansiyelini geliştirme kaygısıyla ekomüze inovasyonunun riskler oluşturabileceğini ifade ederek; modelin esnek yapısının müzecilik bağlamında içerik kaybına neden olabileceğini de savunmaktadır. Donghai, S. (2008) aynı yaklaşımın Çin'de hayata geçirildiğini ve ekomüzelerle birlikte yerel toplulukların gelişimlerinin desteklendiğini dile getirmektedir. Engström, K. (1985) ise ekomüzeciliğin İsveç'te nasıl kurulduğunu ve uygulandığını örnekleriyle açıklamaktadır. Ghorbanzadeh, M. (2018), bu yaklaşımın zaman içinde kırsal turizm bağlamında ele alınmaya başlandığını ve bunun sonucunda ise ekomüze yaklaşımının girişimciliğe etki ettiğini ifade etmiştir. Ekomüze temelli kırsal turizm girişimcilik modelinin yerel kalkınma için büyük bir potansiyel sunduğunu vurgulamıştır. Bu vurgudan hareketle Göz ve Güneröz (2023), Türkiye'de benzer modellerin nasıl hayata geçirildiğine dikkat çekerek, ekomüzelerin sürdürülebilir çevre, çeşitlilik ve kalkınmaya etkisinin tartışılması gerektiğini ifade etmektedir.

Ekomüze Göstergeleri

Peter Davis ekomüzeler için 21 kriter belirlemiştir.

1. Yerel toplum tarafından yönetilmek.
2. Tüm paydaşların demokratik şekilde katılımını sağlamak.
3. Yerel halk, akademisyen, işletme, yerel yönetim gibi aktörlerle ortak sahiplik ve yönetim.
4. Miras ürününden ziyade miras yönetim süreçlerine odaklanmak.
5. Yerel zanaatkar, sanatçı, yazar, müzisyen gibi kültürel üreticilerle iş birliğini teşvik etmek.
6. Yerel paydaşların aktif gönüllü çabalarına dayanmak.
7. Yerel kimlik ve "yer duygusu"nu merkeze almak.

8. Coğrafi bir bölgeyi kapsamak; bu bölge ortak özellikleri paylaşan paylaşımlı bir alan.
9. Zaman boyutunda sürekliliği dikkate almak; değişim ve sürekliliğe odaklanmak.
10. Bağlı alanlarda in-situ (mecra içinde) koruma ve yorumlama yaklaşımı benimsemek.
11. Mülkiyet anlayışını terk ederek, iş birliği ve ortaklık temelinde korumayı gerçekleştirmek.
12. Yerel toplulukların güçlenmesine destek vermek.
13. Yerel halkı miras faaliyetlerine ve kimlik üretimine aktif biçimde katmak.
14. Disiplinlerarası çalışma ve bütüncül yorumlama potansiyelini kullanmak.
15. "Fragmented site" yaklaşımı; belirli öğelere değil bölgeye yayılmış parçalı mekânlara odaklanmak.
16. İşlevsel ortaklıklar geliştirmek; örneğin akademi, STK, kamu kurumlarıyla.
17. Mekansal büyüklük açısından yerine göre ölçeklenebilirlik; çok geniş olmayan ama manevî anlam taşıyan alanlar.
18. Caydırıcı müze modelinden ziyade "açılım müzesi" (inreach) yaklaşımını benimsemek.
19. Miras kaynakları üzerinden sosyal sermayeyi geliştirmek ve toplumsal dayanışmayı teşvik etmek.
20. Yerel toplumsal seçkinlerin karar alma süreçlerinde yer almasını sağlamak, demokratik katılımı güçlendirmek.
21. Yerel topluluğun hafıza ve kültürel mirasını kolektif şekilde ele alarak geleceğe yönelik aktarımlar gerçekleştirmek.

Bu ilkeler, Davis'in ekomüze paradigması üzerine çalışmalarında hem teorik hem de uygulamalı düzeyde net biçimde öne çıkmaktadır.

Ekomüze, yerel halkın aktif katılımıyla kültürel ve doğal mirasın korunmasını, yorumlanmasını ve yaşatılmasını hedefleyen, katılımcı ve süreç odaklı bir müzecilik modelidir. Geleneksel müzelerden farklı olarak yalnızca bir bina ya da koleksiyon değil, bir coğrafya, bir topluluk ve o topluluğun belleği üzerine kuruludur. Türkiye'de bu yaklaşım henüz kurumsal düzeyde yaygınlaşmamış olsa da son yıllarda ekomüzeciliğe yönelik ilgi ve farkındalık artmaktadır. Türkiye'nin ekomüzeciliğin gelişimi hem kültürel çeşitliliğin korunması hem de kırsal kalkınmanın desteklenmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Özellikle kırsal bölgelerde yaşayan toplulukların geleneksel yaşam biçimleri, el sanatları, gastronomi kültürü ve doğayla kurdukları ilişki, ekomüze modeliyle sürdürülebilir bir şekilde temsil edilebilir. Bu bağlamda ekomüzeler, yerel kimliklerin güçlendirilmesine, göçün azaltılmasına ve kültürel mirasın sahiplenilmesine katkı sağlar.

Türkiye'de ekomüze yaklaşımıyla oluşturulmuş öncü örneklerden biri **Bayburt Kenan Yavuz Etnografya Müzesi**dir. Bu yapı, klasik müzecilik anlayışından uzak, ziyaretçilerin yaşam kültürünü deneyimlediği bir açık alan müzesi olarak faaliyet göstermektedir. Aynı şekilde **Kars Zavot Ekomüzesi**, yerel süt ürünleri, Zavot ırkı hayvancılık kültürü ve gastronomi üzerinden ekomüze değerleriyle uyumlu bir yapı sergilemektedir (Kırbaç & Bucak, 2022). Ayrıca Artvin'de Sarıbudak ve Tütüncüler köylerinin ekomüze potansiyeli üzerine yapılan akademik çalışmalar da (Turgut, 2020), bu yaklaşımın Karadeniz bölgesindeki uygulama alanlarını göstermektedir. Ekomüze, ICOM'un 2022 yılında kabul ettiği yeni müze tanımıyla da büyük ölçüde örtüşmektedir. Tanımda yer alan erişilebilirlik, sürdürülebilirlik, çeşitlilik, topluluk katılımı gibi kavramlar; ekomüze modelinin temel ilkeleriyle birebir

uyumludur. Türkiye'de bu uyum, özellikle katılımcı kültür politikalarının, yerel yönetimlerin ve Sivil Toplum Kuruluşlarının daha aktif destek vermesiyle ivme kazanabilir.

Tablo 1. Türkiye'de ekomüze örnekleri

Türkiye'de Ekomüze Örnekleri
• Altınköy Açık Hava Müzesi- Ankara • Yaşayan Köy Anadolu Açık Hava Müzesi- Beypazarı- Ankara • Baksı Müzesi-Bayburt • Kenan Yavuz Etnografya Müzesi- Bayburt • Opet Etnoköy Çıplak Projesi – Çıplak Köyü- Çanakkale • Boğatepe Köyü ve Kars Zavot Peynir Müzesi- Boğatepe Köyü –-Kars

Akademik alanda Davis (2016) ve Corsane gibi araştırmacıların ortaya koyduğu ekomüze kriterlerinin Türkiye örneklerine uyarlanması hem yerel mirasın korunmasını hem de yeni müzecilik yaklaşımlarının benimsenmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda ekomüzecilik, sadece kültürel bir koruma aracı değil, aynı zamanda toplumsal hafızanın güçlendirilmesi ve demokratik katılımın artırılması yönünden stratejik bir müzecilik yaklaşımıdır. Türkiye'de ekomüzecilik, hem uluslararası müzecilik ilkeleriyle uyumlu hem de yerel potansiyeli harekete geçirecek güçlü bir modeldir. Bu alanda yapılacak kurumsal düzenlemeler ve topluluk destekli girişimler, müzecilik anlayışında yeni bir sayfa açacaktır. Ekomüzeler de kırsal kalkınmada yöre sakinlerinin gelişmesinde adeta bir eğitim merkezi, bir laboratuvar, bir araştırma merkezi gibi rol üstlenmekte, bölge bulunan tüm katılımcıların buluşma ve iletişim kurma yeri olmaktadır. Ekomüzeler; yerel kültürel mirasın belgelendiği ve sergilendiği yerler olarak; geçmişi, günümüzü ve geleceği bir arada yaşatırlar. Ekomüzelerde bir taraftan öğrencilere, yerel halka, işletmecilere ve esnafa çeşitli eğitimler verilirken diğer taraftan mesleki kurslar açılır. Daima hatırlanması gereken bir konu da ekomüzelerdeki eğitim etkinliklerinin hem ekomüzelerin en önemli misyonlarından olduğu hem de ekomüzelerin sürdürülebilirlik stratejilerinin garantisi olduğudur. Yaşam boyu eğitim ve öğrenme ortamlarından biri olan ekomüzeler aynı zamanda sürdürülebilir turizm anlayışına paraleldir, kırsal turizmin, tarımsal turizminin, çiftlik turizminin vb. önemli bir unsuru ve onun bütünleyicisidir (Baykal, 2017:109).

Simeoni, F., & De Crescenzo (2018), **Korkmaz ve Niyet (2019) ile** Şen ve Öztürk (2020) de Sürdürülebilir müzecilik ve ekomüze modelini teorik ve uygulamalı yaklaşımla değerlendirmekte ve ekomüze kavramının sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesini yaparak, ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutları incelemektedir. Onlara göre ekomüzeler ve sürdürülebilirlik üzerine önemli saptamalarda bulunmaktadır. Onlara göre ekomüzeler kültürel, çevresel, ekonomik, toplumsal ve eğitimsel sürdürülebilirliğin katalizörüdür. Ekomüzeler, geleneksel yaşam biçimlerinin, yerel bilgi sistemlerinin ve kültürel pratiklerin korunmasına katkı sağlamakta; bulundukları coğrafi çevreyi korumaya yönelik bilinç geliştirmekte; yerel üretim ve zanaatın desteklenmesiyle ekonomik çeşitlilik ve gelir elde etme imkânı sunmaktadır. Yerel halkın karar alma süreçlerine katılımını teşvik etmekte ve der yaşam boyu öğrenme perspektifiyle çocuklardan yetişkinlere kadar farklı yaş gruplarına yönelik eğitim olanakları sunmaktadır. Bu unsurları göz önünde bulunduran ekomüzelerin sürdürülebilirlik yaklaşımlarını hayata geçirebilmesi kolaylaşacaktır.

Artvin'in Ekomüze Potansiyeli

Artvin, zengin etnografik çeşitliliği, özgün halk anlatıları, geleneksel el sanatları ve doğa ile iç içe geçmiş yaşam biçimiyle Türkiye'nin önemli kültürel miras merkezlerinden biri konumundadır. Kültürel değerlerin korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması amacıyla ekomüzeler miras odaklı bir yaklaşımla; kırsal deneyimleri, geleneksel yaşam biçimlerini ve yerel üretim pratiklerini bütüncül bir şekilde belgelemekte ve sergilemektedir.

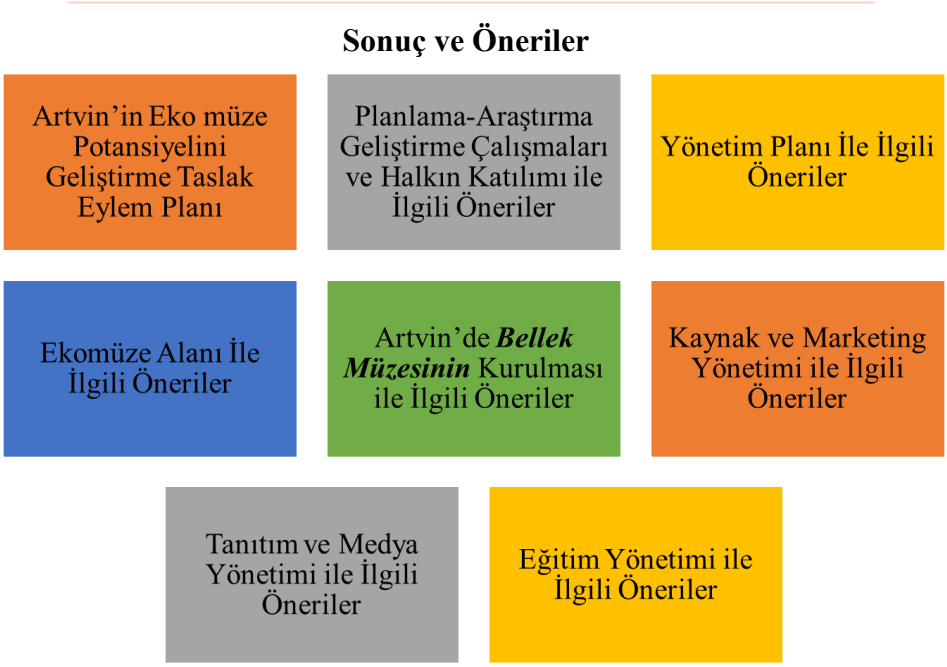
Artvin'de bir ekomüze modelinin uygulanması, sürdürülebilir toplumsal kalkınma bağlamında çevresel ve kültürel değerlerin artırılması açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bölgedeki mevcut müzeler, Artvin'in tarihî derinliğini ve çok katmanlı kültürel mirasını yansıtan zengin arkeolojik buluntular, etnografik eserler ve geleneksel el sanatları örneklerini sergilemektedir. Bu sergiler, söz konusu mirasın gelecek kuşaklara aktarılmasına katkı sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda bir ekomüze modelinin geliştirilmesi için de güçlü bir temel sunmaktadır.

Ekomüze yaklaşımı, kültürel varlıkların sergilenmesini mümkün kılarken aynı zamanda yerel toplulukların müzeleşme sürecine aktif katılımını öncelikli hedef olarak benimsemektedir. Bu katılım, yerel bilgi, uygulamalar ve günlük yaşam pratiklerinin müzecilik sürecine entegre edilmesi yoluyla sağlanmakta; böylece sosyal bilincin güçlendirilmesi, kültürel sürekliliğin sağlanması ve yerel kimlik ile aidiyet duygusunun yeniden inşası açısından dinamik bir araç işlevi görmektedir.

Turizm açısından müzelerin sağladığı katkı, bölge ekonomisi için büyük bir önem taşımaktadır. Müzeler, özellikle kültürel mirasa dayalı turizm çerçevesinde, bölgesel ekonominin çeşitlendirilmesi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin ilerletilmesinde hayati bir rol üstlenmektedir. Aynı zamanda yalnızca turist çekme amacıyla değil, aynı zamanda yerel halkın kullanımının da teşvik edecektir. Artvin'de bir ekomüzenin geliştirilmesi; kültürel mirasın korunması, çevresel farkındalığın artırılması ve ekonomik canlanmanın desteklenmesi açısından bütüncül bir araç olarak değerlendirilebilir ve nihayetinde bölgesel ilerlemeye yönelik daha kapsayıcı ve katılımcı bir modelin oluşmasına katkı sunabilir.

Tablo 2. Artvin Ekomüze Potansiyeline Yönelik Geliştirilecek Model

Turizm	Kırsal Turizm, Yeni Destinasyonlar, Doğa Turizmi, Yayla turizmi, Kültür Turizmi, Bahçecilik Uygulamaları, İnanç Turizmi, Dağ ve Doğa yürüyüşü(Trekking)
Gastronomi	Süt ve Süt Ürünleri, Meyvecilik, Un ve Unlu Mamulleri, Gastronomi Envanter Çalışmaları, Artvin kimliğine yönelik ürün marka çalışmaları, Ürün Tedarik Zinciri
Kültür	Somut ve Somut Olmayan Kültürel Miras, Müzecilik Çalışmaları, Kültürel Mirasın Korunması, Halk Kültürü Alan Araştırmaları, Yayla kültürü (Macahel, Kafkasör, Şavşat, Borçka), Laz, Gürcü, Hemşin mirası
Ekonomi	Tarım, Hayvancılık, Madencilik, Alt Yapı Çalışmaları, İşbirliği Platformları, Ürün Pazarlama ve Markalaşma Çalışmaları, Coğrafi İşaret Çalışmaları, Yöresel Ürün Fiyat Politikaları, Finansal Kaynak, İstihdam
Sosyal Gelişmeler	Göç, Sosyal Etki Araştırmaları, Kurumsal Kimlik Çalışmaları
Eğitim	Yöresel ürünlerin Standart Üretilmesi Eğitimi, Kültürel Miras Eğitimleri, Eğitim Destekleri
Tanıtım	Artvin'in Tanıtımı, İl Kültür Turizm Müdürlüğü, Belediyeler, Artvin Tanıtım Platformu, Yerel Halka Artvin'in Kültürünün Tanıtılması
Ulaşılabilirlik	Karayolu, Artvin-Rize Havaalanı
Model	Paydaş Katılımı, Paydaş İletişimin İyileştirilmesi, Halkın örgütlenmesi, Sürdürülebilirlik, Uygulanmış Örnek Modellerin İncelenmesi, Yönetim Modeli çalışmalarının projelendirilmesi, Projelerin ve tezlerin incelenmesi



Ekolojik, kültürel ve toplumsal sürdürülebilirliği temel alan ekomüze yaklaşımı kuramsal ve uygulamalı düzeyde incelenerek, Artvin'in doğal, kültürel ve somut olmayan miras potansiyelini sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda değerlendirilmektedir. Ekomüzeler, kültürel mirasın sergilendiği mekânlar olmanın ötesinde, toplumun aktif katılımını teşvik eden, kültürel pratiklerin ve ritüellerin sürdürülmesini kolaylaştıran dinamik ortamlar olarak da işlev görüyor. Bu bağlamda, yerel halk, geleneksel halk oyunu horonuna benzer şekilde, kolektif bir dayanışma ve işbirliğini ekomüzelerin gelişimi sırasında da sürdürecektir. Özetle ekomüzeler, yerel kültürün korunmasında ve sosyal bilincin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Somut önerilerin sunulduğu, aynı zamanda dijital çağın gereklilikleri ve Artvin'in kendine özgü sosyo-kültürel bağlamıyla uyumlu stratejik bir kültürel kalkınma modelinin ana hatlarını çizildiği çalışma ile, Artvin'in ekomüze potansiyelini geliştirmek ve nesiller arası kültürel bellek aktarımını teşvik etmek için stratejik bir yol haritası çizilmektedir.

Aşağıda çalışmaya ilişkin çok boyutlu öneriler yer almaktadır.

Artvin'in Ekomüze Potansiyelini Geliştirmek için Taslak Eylem Planı

Sürdürülebilir ve toplum odaklı bir ekomüze modeli, Artvin'in doğal, kültürel ve sosyal kaynaklarını bütüncül bir yaklaşımla ele alarak hayata geçirilebilir. Disiplinlerarası işbirliğini ve paydaş katılımını sağlamak için yerel yönetimler, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşlarıyla işbirliği içinde bir ön eylem planı geliştirilmelidir.

Planlama, Araştırma ve Toplum Katılımı

Etnografik belgeleme, sözlü tarih projeleri ve kültürel envanter haritalama dahil olmak üzere kapsamlı saha araştırmaları yapılmalıdır. Yerel toplulukların görüşlerini ve katkılarını dahil etmek için planlama aşaması boyunca katılımcı mekanizmalar oluşturulmalıdır.

Ekomüze Alanı için Öneriler

Artvin'deki geleneksel kırsal yerleşimler, yerel mimari ve doğal peyzaj, ekomüzenin fiziksel alanının bir parçası olarak belirlenmelidir. Bunu başarmak için, alan planlaması koruma ve kullanım arasında dikkatli bir denge kurmalı, ziyaretçi katılımını kolaylaştırırken çevresel bütünlüğün korunmasını sağlamalıdır.

Artvin'de Hafıza Müzesi Kurulması İçin Öneriler

Artvin'in çok katmanlı tarihini, kolektif hafızasını ve kültürel sürekliliğini korumak ve yorumlamak için bir hafıza müzesi kurulmalıdır. Bu kurum, kişisel anlatılar ve arşiv materyalleri de dahil olmak üzere hem fiziksel hem de dijital koleksiyonları içermeli ve tarihsel anlayışı geliştirmek için artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) deneyimleri sağlamalıdır.

Kaynak ve Pazarlama Yönetimi için Öneriler

Ekomüze girişiminin sürdürülebilmesi için kamu ve özel sektör ortaklıklarını içeren finansman stratejileri geliştirilmelidir. Eş zamanlı olarak, farklı kitleleri çekmek için bölgenin kültürel ve turistik cazibesini vurgulayan hedefli bir pazarlama planı uygulanmalıdır.

Tanıtım ve Medya Yönetimi

Ekomüzenin görünürlüğünü artırmak için çağdaş dijital iletişim araçları kullanılmalıdır. Sosyal medya platformları, sanal turlar ve interaktif içerikler hem yerel hem de küresel konularda farkındalık yaratmak için güçlü araçlar olarak hizmet edebilir.

Eğitim Yönetimi için Öneriler

Eğitim programları, okul çağındaki çocuklardan yetişkin öğrenicilere kadar farklı yaş gruplarını kapsamalıdır. Pedagojik hedeflerle uyumlu dijital eğitim materyalleriyle desteklenen ekomüzenin resmi müfredata dahil edilmesi için eğitim kurumlarıyla işbirliği yapılması gereklidir.

Kaynakça

Baykal, F. (2017). Yaşam Boyu Öğrenmede Eğitim Çiftlikleri ve Ekomüzeler. V. Sönmez ve Ş. Çınkır (Editörler), International EJER 2017: IVth Internatıonal Eurasian Educatıonal

Research Congress, IIV. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi (ss. 107-113). Erişim adresi https://ejercongress.org/pdf/bildiri_kitabi_2017.pdf

Davis, P. (2004). Places,'cultural touchstones' and the ecomuseum. In *Heritage, museums and galleries* (pp. 403-416). Routledge.

Davis, P. (2020). Indicators of an ecomuseum: examples by Gerard Corsane and Peter Davis. *Erişim adresi https://ecomuseums.com/indicators-of-an-ecomuseum-examples-by-gerardcorsane-and-peter-davis*.

Davis, P. (2016). New museologies and the ecomuseum. In *The Routledge Research Companion to Heritage and Identity* (pp. 397-414). Routledge.

de Varine, H. (2005). The Origins of the New Museology Concept and of the Ecomuseum Word and Concept in the 1960s and the 1970s. *Communication and Exploration*, 51-55.

Dirsehan, T., & Yalçin, A. M. (2011). Comparison between holistic museum visitors and utilitarian museum visitors. *International Journal of Marketing Studies*, *3*(4), 78.

Donghai, S. (2008). The Concept of the Ecomuseum and its Practice in China. Museum International, 60(1-2), 29-39.

Engström, K. (1985). The ecomuseum concept is taking root in Sweden. *Museum International*, *37*(4), 206-210.

Ghorbanzadeh, M. (2018). Rural tourism entrepreneurship survey with emphasis on eco-museum concept. *Civil Engineering Journal*, *4*(6), 1403-1414.

Göz, S., & Güneröz, C. (2023). Müzelerin Gücü: Sürdürülebilir Çevre, Kalkınma ve Çeşitlilik Stratejileri İçin Ekomüzeler. *Milli Folklor*, 18(139), 5-17.

Howard, P. (2002). The Eco-museum: innovation that risks the future. *International Journal of Heritage Studies*, *8*(1), 63-72.

Keohane, K. (2023). Ecomuseology in artistic practice: Postcolonial strategies of collective return in Latin America and the Caribbean. In *Communities and Museums in the 21st Century* (pp. 245-265). Routledge.

Kırbaç, K., & Bucak, T. (2022). Yerel gıda ürünlerinin sürdürülebilirliğinde gastronomi müzelerinin önemi: Kars Zavot ekomüze örneği. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 581-603.

Korkmaz, H., & Niyet, I. Z. (2019). Evaluation Of Ecomuseum Concept i n Terms Of Sustainability. *City Tourism*, 224.

Latham, K. F. (2007). The poetry of the museum: A holistic model of numinous museum experiences. *Museum management and curatorship*, *22*(3), 247-263.

Nitzky, W. (2012). Mediating heritage preservation and rural development: Ecomuseum development in China. *Urban Anthropology and Studies of Cultural Systems and World Economic Development*, 367-417.

Philippopoulos, P. I., Drivas, I. C., Tselikas, N. D., Koutrakis, K. N., Melidi, E., & Kouis, D. (2024). A holistic approach for enhancing museum performance and visitor experience. *Sensors*, *24*(3), 966.

Simeoni, F., & De Crescenzo, V. (2018). Ecomuseums (on clean energy), cycle tourism and civic crowdfunding: A new match for sustainability?. *Sustainability*, *10*(3), 817.

Şen, D. E., Yetim, E., & Öztürk, E. (2020). Kültürel Mirasın Geleceği İçin Sürdürülebilir Bir Müzecilik Anlayışı: Ekomüze. Sanat Tarihi Dergisi, 29(2), 913-943.

Turgut, H. (2020). ARTVİN SARIBUDAK VE TÜTÜNCÜLER KÖYÜ EKOMÜZE POTANSİYELİ. ATA Planlama ve Tasarım Dergisi, 4(1), 1-8.

Yalçın, M., & Dedeoğlu, E. F. (2024). Structural, Exterior, and Interior Medium of Wood as a Holistic Museum Experience: A Case Study of OMM (Odunpazarı Modern Museum). *Buildings*, *14*(3), 649.

ERGENLERDE PROBLEMLİ İNTERNET KULLANIMI İLE ÇEVRİMİÇİ İSTİSMAR RİSKİ İLİŞKİSİNDE BENLİK SAYGISININ ARACI ROLÜ

THE MEDIATING ROLE OF SELF-ESTEEM IN THE RELATIONSHIP BETWEEN PROBLEMATIC INTERNET USAGE AND THE ONLINE GROOMING RISK AMONG ADOLESCENTS

Yahya Aktu

Siirt Üniversitesi

https://orcid.org/ 0000-0002-5540-7399

ÖZET

Dijital çağın hızla gelişmesi, gençlerin interneti yoğun bir şekilde kullanmalarına yol açmıştır. Ancak, bu durum çevrimiçi istismar gibi olumsuz sonuçları da beraberinde getirmiştir. Problemli internet kullanımı (PİK) ile ilgili araştırmaların yoğunluğu görülmesine rağmen PİK'in çevrimiçi istismar riski (ÇİR) ve benlik saygısı ile birlikte inceleyen araştırmalar sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, ergenlerde PİK ile ÇİR ilişkisinde benlik saygısının aracı rolünü incelemektir. Bu çalışmanın deseni ilişkisel tarama modeline dayalıdır. Bu çalışmanın katılımcıları yaşları 13 ile 17 (M=16.33 ± 1.6) arasında değişen 237 ergenden oluşmaktadır. Veri analizinde Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı ve Hayes'in bootstrap yöntemi hesaplanmıştır. Bulgular, PİK ile ÇİR arasında pozitif bir ilişki ortaya koymuştur. Diğer yandan benlik saygısı ile PİK ve benlik saygısı ile ÇİR arasında negatif ilişkiler bulunmuştur. Mevcut araştırma, ergenlerde benlik saygısının PİK ile ÇİR arasındaki ilişkide aracı bir role sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, benlik saygısının PİK ile ÇİR arasındaki ilişkide altta yatan bir mekanizma olabileceğini ve bu benlik saygısının çocuk ve ergen danışmanlığında kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar sözcükler: Problemli internet kullanımı, benlik saygısı, çevrimiçi istismar riski.

Abstract

The rapid advancement of the digital age has led young people to use the internet extensively. However, this situation has also brought negative consequences such as online grooming and cyberbullying. Although research on problematic internet usage (PIU) is abundant, studies examining PIU alongside the online groming risk (OGR) and self-esteem remain limited. This study aims to investigate the mediating role of self-esteem in the relationship between PIU and OGR among adolescents. The study follows a correlational research design. The participants in this study consist of 237 adolescents aged between 13 and 17 years (M=16.33 ± 1.6). Pearson's product-moment correlation coefficient and Hayes' bootstrap method were employed for data analysis. Findings revealed a positive relationship between PIU and OGR. On the other hand, negative correlations were found between self-esteem and PIU, as well as between self-esteem and OGR. The current research indicates that self-esteem plays a mediating role in the relationship between PIU and OGR among adolescents. These results suggest that self-esteem may serve as an underlying mechanism in this relationship and could be utilized in child and adolescent counseling.

Keywords: Problematic internet usage, self-esteem, online grooming risk.

GİRİŞ

Dijital çağın hızla gelişmesi, gençlerin çevrimiçi dünyaya olan ilgisini artırmış ve interneti yoğun bir şekilde kullanmalarına yol açmıştır. Ancak, bu durum bazı olumsuz sonuçları da beraberinde getirmiştir. Ergenlerde problemli internet kullanımı (PİK), kontrolsüz ve aşırı çevrimiçi olma eğilimini ifade ederken, çevrimiçi istismar riski (ÇİR) ise kötü niyetli bireylerin gençleri manipüle etmesini içermektedir. Bu iki faktör arasındaki ilişki, ergen psikolojisi açısından dikkatle incelenmesi gereken önemli bir konudur (Pasca vd, 2022; Whittle vd., 2013; Winters vd., 2020).

PİK, ergenlerin çevrimiçi risklere karşı daha savunmasız hale gelmesine neden olabilir. Bu bağlamda, benlik saygısının ergenlerin çevrimiçi ortamda karşılaştıkları risklerle nasıl başa çıktıkları üzerinde belirleyici bir rol oynadığı düşünülmektedir. Benlik saygısı yüksek olan bireyler, çevrimiçi ortamda daha bilinçli ve tedbirli davranabilirken, düşük benlik saygısına sahip olan gençler, dışarıdan gelen onay ihtiyacı nedeniyle manipülasyona daha açık hale gelebilir. Çevrimiçi istismar sürecinde kötü niyetli kişiler, ergenlerin psikolojik zayıflıklarını hedef alarak güven kazanmaya çalışır. Özellikle PİK olan bireyler, çevrimiçi etkileşimlere aşırı bağımlı olduklarından bu tür tehditlere daha yatkın olabilirler (Pasca vd, 2022; Whittle vd., 2013; Winters vd., 2020).

Bu çalışmada, PİK ile ÇİR arasındaki ilişkiyi incelerken benlik saygısının nasıl bir etkisi olduğu araştırılmıştır. Ergenlerin internet kullanım alışkanlıklarının ve psikolojik iyi oluşlarının, çevrimiçi güvenliklerini nasıl şekillendirdiğini anlamak, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde önemli sonuçlar doğurabilir. Özellikle benlik saygısını güçlendirmeye yönelik müdahalelerin, çevrimiçi tehditlere karşı korunmada etkili olabileceği düşünülmektedir.

PİK ile ilgili araştırmaların yoğunluğu görülmesine rağmen PİK'in ÇİR ve benlik saygısı ile birlikte inceleyen araştırmalar sınırlıdır. PİK ile ÇİR arasındaki ilişkiyi açıklayabilmek için benlik saygısının rolünü incelemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ergenlerde PİK ile ÇİR ilişkisinde benlik saygısının aracı rolünü incelemektir. Öngörülen aracılık modeli, PİK ile ÇİR arasında (H1) ve PİK ile benlik saygısı arasında bir ilişki olduğunu varsaymaktadır (H2). Ayrıca, benlik saygısı ile ÇİR arasında bir ilişki olduğunu öne sürmektedir (H3). Son olarak, benlik saygısının PİK ile ÇİR arasında bir aracı rolünün olduğunu öngörülmektedir (H4).

YÖNTEM

Katılımcılar

Bu çalışmanın katılımcıları yaşları 13 ile 17 arasında değişen 237 ergenden oluşmaktadır. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Katılımcıların Özellikleri*

	f	%	*M*	*SS*
Cinsiyet				
Kız	169	71.3		
Erkek	68	28.7		
Yaş			16.33	1.66
Eğitim düzeyi				
Ortaokul	28	11.8		
Lise	209	88.2		
Bildirilen aile gelir durumu				
Kötü	60	25.3		
Orta	134	56.5		
İyi	43	18.2		

M= Ortalama, SS=Standart sapma

Tablo1'de görüldüğü üzere, katılımcıların 169'u (%71.3) kız ve 68'i (%28.7) erkektir. Katılımcıların yaş ortalamaları 16.33'tür. Katılımcıların çoğunluğu (%88.2) bir lisede okumaktadır. Son olarak bildirilen aile gelir durumu değişkenine göre katılımcıların yarısından fazlasının gelir durumunun orta düzeyde (%56.5) olduğu anlaşılmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Verilerin toplanmasında Çevrimiçi Çocuk İstismar Riski Ölçeği (Aktu, 2024), Rosenberg Benlik Saygısı Ölçeği (Çuhadaroğlu, 1986) ve Problemli İnternet Kullanımı Ölçeği (Ceyhan vd., 2007) kullanılmıştır. Çevrimiçi Çocuk İstismar Riski Ölçeği, 2 boyutlu ve 8 maddeli bir ölçme aracıdır. Ölçeğin ilk dört maddesi yakınlık ve son dört maddesi gizlilik boyutunu ölçmektedir. Ölçekte tersten puanlanan madde bulunmamaktadır. Ölçme aracından en düşük 8 ve en yüksek 40 puan alınabilmektedir. Ölçeğe ilişkin yapı geçerliği sonuçları: $\chi 2/ df = 1.903$, RMSEA= .053, SRMR= .056, TLI= .868, CFI= .915, GFI= .930, AGFI= .859 olarak tespit edilmiştir. Ölçeğin Cronbach α katsayısı .90 olarak bulunmuştur (Aktu, 2024).

Rosenberg Benlik Saygısı Ölçeği 10 madde ve tek boyuttan oluşmaktadır. Ölçme aracı, "Kesinlikle katılmıyorum" (1) ile "Kesinlikle katılıyorum" (4) arasında değişen 4'lü Likert tipi bir öz bildirim ölçeğidir. Ölçeğin 3, 5, 8, 9 ve 10. maddeleri ters puanlanmaktadır. Ölçeğin güvenirlik analizi sonucunda iç tutarlılık katsayısı .71 olarak bulunmuştur (Çuhadaroğlu, 1986).

Problemli İnternet Kullanımı Ölçeği 27 madde ve üç faktörden oluşmaktadır. Ölçek, Hiç uygun değil (1) ile Tamamen uygun (5) arasında değişen cevaplar içeren Likert tipi bir öz değerlendirme ölçüm aracıdır. Ölçekteki 7. ve 10. maddeler ters puanlanmaktadır. Ceyhan ve arkadaşları alt ölçekler için iç tutarlılık katsayılarını internetin olumsuz sonuçları için 0,93, aşırı kullanım için 0,76 ve sosyal fayda/sosyal rahatlık için 0,78 olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada ölçeğin Cronbach alfa değeri α=0,91 olarak hesaplanmıştır. (Ceyhan vd., 2007).

Veri Analizi

Öncelikle veriler normallik varsayımları açısından incelenmiştir. Buna göre tüm değişkenlerin ± 3 arasında olduğu görülmüştür (Tabachnick & Fidell, 2019). İkinci olarak değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için Pearson Momentler Çarpımı korelasyon

katsayısı hesaplanmıştır (Büyüköztürk vd., 2018). Bu bağlamda değişkenler arasındaki ilişkilerin 0.70'ten küçük olması kriteri dikkate alınmıştır. Aracılık analizinde ise Hayes'in bootstrap yöntemi kullanılmıştır. Model 4, 10.000 yeniden örnekleme ve %95 güven aralığı ölçütleri uygulanmıştır (Hayes, 2018). Buna göre güven aralığının sıfırı içermemesi dikkate alınmıştır.

BULGULAR

Çalışmada öncelikle değişkenler arasındaki korelasyon sonuçları incelenmiştir. Değişkenler arasındaki korelasyon sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. *Değişkenler Arası Korelasyon Sonuçları*

Değişkenler	M	SS	Çarpıklık	Basıklık	1	2
1. Problemli İnternet Kullanımı	50.96	12.62	-.023	-.978		
2. Benlik Saygısı	32.17	5.95	-.637	-.432	-.31**	
3.Çevrimiçi İstismar Riski	11.21	4.92	1.741	2.040	.40**	-.28**

**p < .01, M= Ortalama, SS=Standart sapma

Tablo 2'de görüldüğü gibi PİK ile benlik saygısı arasında (r = -.31, p < .01) ve PİK ile ÇİR arasında (r = -.28, p < .01) arasında negatif bir ilişkisi tespit edilmiştir. Diğer taraftan PİK ile ÇİR arasında ise pozitif bir ilişki bulunmuştur (r = .40, p< .01).

Değişkenler arasındaki ilişki incelendikten sonra ikinci aşama olarak aracılık analizi yapılmıştır. Aracılık analizi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. *Aracılık Analizi Sonuçları*

Değişkenler	M (BS)					Y (ÇİR)				
	β	*SH*	*t*	Alt sınır	Üst sınır	β	*SH*	*t*	Alt sınır	Üst sınır
X (PİK)	-.15	.02	-4.99	-.20	-.08	.13	.02	5.58	.08	.18
M (BS)						-.14	.05	-2.71	-.24	-.04
	$R = .30, R^2 = .10$					$R = .42, R^2 = .18$				
	$F_{(1, 235)} = 24.86, p < .001$					$F_{(2, 234)} = 26.44, p < .001$				

PİK= Problemli internet kullanımı, BS= Benlik saygısı, ÇİR=Çevrimiçi istismar riski, β = Standart olmayan katsayı, SH= Standart hata

Tablo 3'te görüldüğü üzere, PİK'ten benlik saygısına giden yolun anlamlı olduğu görülmüştür (ß= -.15, p< .001, %95 CI [-.20, -.08]). PİK'ten ÇİR'e giden yolun anlamlı olduğu saptanmıştır (ß= .13, p< .001, %95 CI [.08, .18]). Benlik saygısından ÇİR'e giden yolun da anlamlı olduğu tespit edilmiştir (ß= -.14, p< .001, %95 CI [-.24, -.04]). Aracılık analizi sonuçlarına göre PİK'in ÇİR üzerindeki toplam etkisinin (ß= .15, p< .001, %95 CI [.10, .20]) ve doğrudan etkisinin (ß= .13, p< .001, %95 CI [.08, .18]) anlamlı olduğu anlaşılmıştır. PİK ile ÇİR ilişkisinde benlik saygısının dolaylı etkisinin de anlamlı olduğu görülmüştür (ß= .02, p<

.001, %95 CI [.004, .041]). Model sonucunda değişkenlerin ÇİR'in %18'ini açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır (R^2= .18, $F_{(2, 234)}$= 26.44, p< .001). Bu bulgulara göre ergenlerde PİK arttıkça ÇİR artmakta ve benlik saygısı azaltmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut araştırma, ergenlerde benlik saygısının PİK ile ÇİR arasındaki ilişkide aracı bir role sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, benlik saygısının PİK ile ÇİR arasındaki ilişkide altta yatan bir mekanizma olabileceğini ve bu benlik saygısının çocuk ve ergen danışmanlığında kullanılabileceğini düşündürmektedir. İlişkisel tarama modeline dayalı bu çalışmada değişkenler arasında bir ilişkinin varlığı ortaya konmuştur. Ancak değişkenler arasında neden-sonuç ilişkisi kurabilmek için boylamsal ve deneysel araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Bu çalışmanın katılımcıları çoğunluğu kız ve lisede eğitim gören ergenlerdir. Dolayısıyla sonuçların genellenebilmesi için daha kapsamlı örneklem gruplarıyla araştırma yapılması gerekmektedir.

Kaynakça

Aktu, Y. (2024). Çevrimiçi Çocuk İstismar Riski Ölçeği'nin Türk Kültürüne Uyarlanması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(*62*), 369-378. https://doi.org/10.30794/pausbed.1431239.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (24th ed.). Pegem Akademi.

Çuhadaroğlu, F. (1986). *Adolesanlarda benlik saygısı*. [Uzmanlık tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach (methodology in the social sciences)* (2nd ed.). The Guilford Press.

Pasca, P., Signore, F., Caterina, T., Del Gottardo, D., Longo, M., Preite, G., & Ciavolino, E. (2022). Detecting online grooming at its earliest stages: development and validation of the Online Grooming Risk Scale. *Mediterranean Journal of Clinical Psychology*, *10*, 1–24.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). Using multivariate statistics title: Using multivariate statistics. *Pearson Education*, *5*(7), 481–498.

Whittle, H., Hamilton-Giachritsis, C., Beech, A., & Collings, G. (2013). A review of online grooming: Characteristics and concerns. *Aggression and Violent Behavior*, *18*(1), 62–70.

Winters, G. M., Jeglic, E. L., & Kaylor, L. E. (2020). Validation of the sexual grooming model of child sexual abusers. *Journal of Child Sexual Abuse*, *29*(7), 855–875.

LİDERLİK, KÜLTÜR VE PERFORMANS İLİŞKİSİ: SAĞLIK SEKTÖRÜ ÜZERİNE KURAMSAL BİR İNCELEME

THE RELATIONSHIP BETWEEN LEADERSHIP, CULTURE, AND PERFORMANCE: A THEORETICAL EXAMINATION IN THE HEALTHCARE SECTOR

Fadime Kader ÖZER

Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey

ORCID NO: 0009-0009-8224-3615

Doç. Dr. Nazan TORUN

Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey

ORCID NO: 0000-0003-1793-3248

ÖZET

Bu çalışmada, liderlik tarzları, örgüt kültürü ve çalışan performansı arasındaki karşılıklı ilişkiler literatür temelli olarak çok boyutlu bir şekilde incelenmiştir. Özellikle insan odaklı sektörlerden biri olan sağlık sektöründe, çalışan performansı hem kurum içi verimlilik hem de hizmet kalitesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Çalışan performansını doğrudan etkileyen yönetsel değişkenlerin başında liderlik davranışları ve örgüt kültürü gelmektedir. Bu bağlamda, çalışmada dönüşümcü, etkileşimci, hizmetkâr, otokratik, demokratik ve durumsal liderlik tarzları tanımlanmış; her birinin örgütsel işleyişe ve çalışan tutumlarına etkileri değerlendirilmiştir.

Ayrıca örgüt kültürü; klan, adhokrasi, hiyerarşi ve pazar kültürü olmak üzere dört ana başlık altında analiz edilmiştir. Bu kültürel yapılar; çalışanların işlerine bakış açılarını, aidiyet duygularını, motivasyon düzeylerini ve genel iş performanslarını şekillendiren temel faktörlerdir. Literatürdeki birçok çalışma, liderlik tarzının örgüt kültürünü etkilediğini; örgüt kültürünün de çalışan performansını belirlemede aracı rol oynadığını ortaya koymaktadır. Özellikle dönüşümcü ve demokratik liderlik tarzları, pozitif ve katılımcı bir örgüt kültürüyle birleştiğinde çalışan bağlılığını, tatminini ve verimliliğini artırmaktadır.

Bu çalışmanın sonucunda, çalışan performansını artırmak isteyen örgütlerin sadece liderlik tarzına değil, aynı zamanda bu liderliğin yerleşeceği kültürel zemine de dikkat etmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Sağlık gibi yüksek riskli ve yoğun tempolu alanlarda, etkili liderlik ve güçlü bir örgüt kültürü, hizmet kalitesinin ve kurumsal başarının anahtarı olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Liderlik Tarzı, Örgüt Kültürü, Çalışan Performansı

ABSTRACT

In this review study, the reciprocal relationships between leadership styles, organizational culture, and employee performance are examined from a multi-dimensional perspective based on the existing literature. Particularly in the healthcare sector—one of the most human-centered industries—employee performance holds critical importance for both institutional efficiency and service quality. Among the key managerial variables that directly influence employee

performance are leadership behaviors and organizational culture. In this context, the study defines transformational, transactional, servant, autocratic, democratic, and situational leadership styles and evaluates their effects on organizational functioning and employee attitudes.

Moreover, organizational culture is analyzed under four main categories: clan, adhocracy, hierarchy, and market cultures. These cultural structures are fundamental factors that shape employees' perspectives on their work, sense of belonging, motivation levels, and overall job performance. Numerous studies in the literature demonstrate that leadership style influences organizational culture, and in turn, organizational culture plays a mediating role in determining employee performance. Especially when transformational and democratic leadership styles are combined with a positive and participatory organizational culture, they enhance employee commitment, satisfaction, and productivity.

As a result of this study, it is emphasized that organizations aiming to improve employee performance should not only focus on leadership style but also on the cultural foundation in which that leadership is embedded. In high-risk and fast-paced environments such as healthcare, effective leadership and a strong organizational culture emerge as key factors for service quality and institutional success.

Keywords: Leadership Style, Organizational Culture, Employee Performance

GİRİŞ

Sağlık kurumlarında rekabetin artmasıyla beraber kurumların verimliliği ve hizmet kalitesi önem kazanmıştır. Kurumda verimliliğin artmasında çalışan performansının etkisi bulunmaktadır. Kurum verimliliğini arttırmak için çalışan performansı, örgüt kültürü ve liderlik davranışlarının etkileşimi dikkatle incelenmelidir. Sağlık kurumları insan odaklı işletmeler olduğundan çalışanın performansı oldukça önemlidir. Çalışanın performansı doğrudan hasta memnuniyetini etkilemektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda bu üç kavramın liderlik tarzları, çalışan performansı ve örgüt kültürünün birbiri için bağlayıcı özellikte olduğu görülmüştür. Bu çalışma sağlık kuruluşlarında liderlik davranışlarının çalışan performansı ve örgüt kültürü kavramları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

LİDERLİK KAVRAMI VE LİDERLİK TÜRLERİ

Literatürde lider ve liderlik kavramları için birçok tanım bulunmaktadır. En yalın haliyle Türk Dil Kurumuna göre lider önder liderlik ise önderlik anlamlarına gelmektedir. Bir grubu etkileyebilen ve yönetsel otoriteye sahip olan kişi “lider” olarak tanımlanmaktadır(Robbins & Judge, 2013).Bir başka tanımda liderlik, insanları belirli amaçlar etrafında toplayabilme ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde insanları harekete geçirebilme becerisi olarak ele alınmaktadır. Belirli amaçların grup üyeleri tarafından da benimsenmesi ve arzulanması, liderin grup üyelerini harekete geçirmesinde etkili olabilmektedir (Eren,2011).

Sağlık kurumlarında liderlik ise bireylerin yararı için başkalarını etik olarak etkileme becerisi şeklinde tanımlanmaktadır (Hargett vd.,2017). Liderlerin örgütler içinde bireyler ve gruplar üzerinde iş tatmini, güçlendirme, iş performansı gibi çeşitli etkileri bulunmaktadır. Tüm bunların yanı sıra en temel amacı müşteriye hizmet vermek, örgütün etkin ve verimli işleyişini sağlamaktır. (Vanve ve Larson,2002)

Liderlerin bulundukları örgüt içerisinde bazı amaçları bulunmaktadır ve bu amaçlar doğrultusunda liderlik tarzları ortaya çıkmaktadır.

- Kurumsal misyon ve vizyonu belirlemek/yaymak: Liderlerin en temel görevlerinden biri, örgüte yön verecek vizyonu oluşturmak ve bu vizyonun tüm çalışanlar tarafından benimsenmesini sağlamaktır. **(Bass & Avolio, 1994)**
- Çalışanları motive etmek: Etkili liderler, çalışanların bireysel ihtiyaçlarını dikkate alarak onların mesleki ve kişisel gelişimlerine katkı sağlar. **(Northouse, 2016)**
- Örgütsel değişimi yönetmek: Liderler, değişim süreçlerinde rehberlik ederek çalışanların yeni koşullara uyum sağlamasını kolaylaştırır.**(Kotter, 1996)**
- **Örgütsel kültürü oluşturmak/sürdürmek:** Liderler, örgütsel değerlerin ve normların şekillenmesinde belirleyici role sahiptir; bu da doğrudan örgüt kültürünü etkiler.
  (Schein, 2010)
- Performansı /verimliliği arttırmak: Liderlik, örgüt performansını artıran stratejik bir kaynak olarak değerlendirilmektedir **(Yukl, 2013).**

Lider bu amaçları gerçekleştirirken bazı kişisel özelliklerini ve davranış şekillerini ön plana çıkarır. Bu da liderlik tarzlarının oluşmasını sağlar. Liderin ne olduğundan çok ne yaptığı ve nasıl yaptığı önemlidir. Çalışmanın bu kısmında literatürde sıkça yer alan liderlik tarzları incelenecektir: dönüşümcü liderlik, etkileşimci liderlik, hizmetkar liderlik, otokratik liderlik, demokratik liderlik, durumsal liderlik.

Dönüşümcü Liderlik: Bass(1985) ‘ a göre lider, vizyoner bir bakış açısıyla çalışanlarını motive eder ve onların gelişimini teşvik eder. Dönüşümcü liderliğin temelinde çalışanları motive etmek vardır. Dönüşümcü liderler çalışan motivasyonunu yüksek tutarak verimliliği, iş doyumunu ve hasta memnuniyetini arttırmayı amaçlar.

Etkileşimci Liderlik: Temelinde ödül ceza sistemine dayanmaktadır. Kısa vadede hedefleri ulaşmayı amaçlayan görev odaklı bir liderlik anlayışıdır. Performans belirli kriterler çerçevesinde değerlendirilir (Burns,1978).

Hizmetkar Liderlik: Robert K. Greenleaf'a (1970) göre hizmetkar liderlik şöyle tanımlanmıştır: "Gerçek lider, önce hizmet eden kişidir; liderlik sonradan gelir." Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere hizmetkar liderlikte öncelik çalışanın çıkarlarıdır. Lider, çalışanların gelişimi ve başarısı için hizmet etmektedir.

Otokratik Liderlik: Liderin tüm kontrolü elinde tutarak katı kurallarla içinde bulunduğu grubu yönetmesi olarak tanımlanabilir. Otokratik liderlikle kriz anlarında daha hızlı kararlar alınır ve daha hızlı uygulamaya geçilebilir. Bir başka tanımında da “Kararların lider tarafından alındığı, disiplin ve hiyerarşinin ön planda olduğu bir liderlik tarzıdır.” (Lewin et al.,1939) şeklinde ifade edilmektedir.

Demokratik Liderlik: Karar alma süreçlerinde çalışanlarında dahil edildiği liderlik anlayışıdır. Çalışanın aidiyeti arttırır. İşbirliği, ekip ruhu kavramları demokratik liderliğin temelini oluşturur. Likert(1967)’nin tanımında da “Çalışanların sürece aktif olarak dahil edildiği ve ekip çalışmasının teşvik edildiği liderlik türüdür.” Bu kavramlara vurgu yapılmıştır.

Durumsal Liderlik: Liderin içinde bulunduğu duruma bağlı olarak durumun gerekliliklerine göre hareket etmesi şeklinde tanımlanabilir. Durumsal liderlikle ilgili önemli iki model bulunmaktadır. Bunlardan ilki Fiedler’in Durumsal Liderlik Modeli bir diğeri ise Hersey ve Blanchard’ın Durumsal Liderlik Modeli’dir.

Fiedler’in Durumsal Liderlik Modeli şu şekilde açıklanmaktadı; Liderin etkinliği, lider-çalışan ilişkisine, görev yapısına ve liderin sahip olduğu güce bağlıdır (Fiedler,1967). Hersey ve Blanchard’ın Durumsal Liderlik Modeli ise, liderlerin, çalışanların yetkinlik ve

motivasyon düzeyine göre farklı liderlik tarzları benimsemesi gerektiğini öne sürer (Hersey&Blanchard,1969).

ÖRGÜT KÜLTÜRÜ TANIMI VE TÜRLERİ

Bir örgütte çalışanların nasıl düşündüğü, nasıl davrandığını belirleyen ortak değerler bütünüdür. "Örgüt kültürü, bir organizasyonun kimliğini oluşturan temel değerler, inançlar, normlar ve davranış kalıplarını ifade eder" (schein,2010). Denison(1996)'a göre de örgüt kültürü çalışanların iş ortamındaki tutum ve davranışlarını şekillendiren bir kavram olup örgütün genel işleyişini, verimliliğini ve sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen bir kavramdır.

Sağlık kurumlarında örgüt kültürü; hizmet kalitesi, hasta memnuniyeti, takım çalışmaları ve değişime uyum sağlanması konularında oldukça önemlidir. Destekleyici ve açık iletişime dayalı bir örgüt kültürü, çalışanların stres düzeylerini azaltır ve iş doyumlarını artırır (Laschinger et al., 2001). Olumlu bir kültür, çalışanların hataları saklamadan açıkça rapor etmesini teşvik eder (Kohn, Corrigan & Donaldson, 2000). Örgüt kültürü, çalışanların örgüte aidiyett hissetmesini, karar alma süreçlerine katılımını ve iş tatminini arttırarak kurumsal başarıyı destekler. (Cameron & Quinn,1999)

Örgüt Kültürü Türleri

Literatürde örgüt kültürünün birden fazla sınıflandırma şekli bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı Cameron ve Quinn'in(1999) "Rekabetçi Değerler Modeli"'dir.Bu modelde örgüt kültürü dört ana grupta incelenmektedir. Bunlar Klan Kültürü, Adhokrasi Kültürü, Hiyerarşi Kültürü ve Pazar Kültürü'dür.

Klan Kültürü: Rekabetçi Değerler Modelinde tanımlanan dört türden biri olan klan kültürü; çalışanlar arasında güçlü bir aidiyet duygusu, ekip ruhu ve takım çalışması yürütebilmek gibi kavramlara odaklanır. Rehberlikçi bir liderlik tarzıyla yönetilmektedir ve iletişim açık olduğu samimi bir ortam bulunmaktadır. Klan kültürü içerisinde liderler; otoriter değil, daha çok mentorluk yapan, çalışanlara rehberlik eden ve onların gelişimine katkı sağlayan figürler olarak konumlanır (Denison, 1990). Denison'un yaptığı çalışma da bu tanımla örtüşmektedir. **Bu örgüt kültürünün temel özellikleri çalışan memnuniyetine önem verilmesi, sadakat ve gelenek kavramlarına verilen önem ve takım olarak işbirliği içinde olabilmektir. Klan kültüründe çalışanların örgüte olan bağlılığı, ortak değerlerlerin paylaşılması, karar alma sürecinde işbirliği içinde olmak ve iletişim açık şekilde gerçekleştirilebilmesi oldukça önemlidir.**

Adhokrasi Kültürü: Adhokrasi kültürünün temelinde yaratıcılık ve yenilikçilik kavramları vardır. Adhokrasi kültürü; yenilikçilik, risk alma ve girişimciliğin teşvik edildiği, esnek ve dinamik yapılarla karakterize edilen bir örgüt kültürüdür (Cameron & Quinn, 2011). Bir diğer çalışma da ise "**Adhokrasi kültürüne sahip örgütlerde, bireysel katkılar değer görür, risk almak ödüllendirilir ve kurallarla sınırlanmak yerine sürekli öğrenme ve gelişim desteklenir"** şeklinde tanımlanmaktadır (Deshpandé, Farley & Webster, 1993). Adhokrasi kültürünün temeli deneme-yanılma yöntemine ve yaratıcılığa dayalıdır. Katı kurallar ve prosedürler yerine problem çözme becerileri ön plandadır. Tüm bu özelliklere bağlı olarak da bu kültürün liderleri vizyoner, yenilikçi ve değişime öncülük eden türden liderler olur.

Hiyerarşi Kültürü: Cameron ve Quinn'e göre "Hiyerarşi kültürü, verimlilik, öngörülebilirlik ve istikrarı korumak amacıyla standartlaştırılmış prosedürlere, formal kurallara ve merkezi kontrole dayanan bir kültür yapısıdır" şeklinde tanımlanmıştır. Bu kültürün temelini istikrar, düzen ve kontrol oluşturmaktadır. Organizasyon yapısı katı kurallardan ve bürokrasiden oluşmaktadır. Görev ve sorumluluklar net olarak tanımlanmıştır ve karar verme süreci merkeziyetçi yapıdadır.

Pazar Kültürü: Pazar kültürü, kontrol odaklı olmakla birlikte, dış çevreye odaklanan; rekabet, başarı ve hedeflere ulaşmayı ön plana çıkaran bir örgüt kültürü biçimidir (Cameron & Quinn, 2011). Bu tanımdan yola çıkarak diyebiliriz ki temel amaç dış çevrede başarılı olmak ve rakiplerden önde olmaktır. Dışa dönük, rekabetçi ve sonuç odaklı bir örgüt kültürüdür.

PERFORMANS KAVRAMININ TANIMI VE ÖLÇÜMÜ

Performans, Türk Dil Kurumuna göre kişinin yapabileceği en iyi derece, başarım anlamlarına gelmektedir. Performans, en temel anlamıyla bir bireyin ekibin veya organizasyonun belirlenen hedeflere ulaşma yeteneğini ifade eder (Campbell,1990). İş dünyasında performans kavramı, üretkenliği, kaliteyi kapsayan önemli bir faktördür. Bu bağlamda çalışan performansı bireylerin iş rollerindeki verimlilik düzeylerini ve katkılarını değerlendirmek için kullanılan önemli bir ölçüttür (Sonnetag& Frese,2002). Çalışan performansı bireyin iş yerinde sergilediği davranışlar ve bu davranışların organizasyonun genel başarısına katkısı olarak tanımlanmaktadır (Motowidlo ve diğerleri,1997). Çalışan performansı birden fazla faktörden etkilenmektedir, bu faktörler bireysel yetkinlikler, motivasyon, iş ortamı, lider davranışları ve örgüt kültürü olabilir.

Performansın ölçülmesi bireye ve ekibe bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Belirlenen hedefe ne kadar ulaşıldığı performansı belirler. Performansı ölçmek için bazı yöntemler kullanılır. Öznel değerlendirme, nesnel ölçümler ve davranışsal değerlendirme bunlardan en önemlileridir. Öznel değerlendirmede ekip lideri tarafından bir performans değerlendirmesi yapılır. Nesnel ölçüm sayısal çıktılara odaklanır. Davranışsal değerlendirmede çalışan tavır ve tutumuna odaklanılarak performansı ölçülür. Performans ölçümü yapılırken birden fazla yöntem bir arada kullanılarak daha objektif sonuçlar elde edilebilir.

Çalışan performansı, bireysel, çevresel ve örgütsel faktörlerden etkilenmektedir. (Sonnentag & Frese,2002)

Bireysel Faktörler: Çalışan performansı kişinin becerisinden, kişilik özelliklerinden ve motivasyonundan etkilenmektedir. Çalışanların teknik bilgi ve beceri düzeyi, performans üzerinde doğrudan etkilidir (Boyatzis, 1982). İçsel ve dışsal motivasyon faktörleri, çalışanın performansını belirleyen temel etkenlerdir (Ryan & Deci, 2000). Açıklık, sorumluluk ve duygusal istikrar gibi kişilik özellikleri, performans üzerinde etkili olabilir (Judge & Bono, 2001).

Çevresel Faktörler: Çalışan performansı çalışanın iş ortamından ve çalıştığı ortamdaki iş yükü ve iş stresinden etkilenmektedir. Fiziksel koşullar, teknoloji kullanımı ve ergonomik faktörler çalışan performansını etkileyebilir (Oldham & Hackman, 1980). Aşırı iş yükü ve stres, çalışanların performansını olumsuz etkileyebilir (Lazarus & Folkman, 1984).

Örgütsel Faktörler: Çalışan performansı liderlik tarzından, ödül sisteminden ve içinde bulunduğu örgütün kültüründen etkilenmektedir.

LİDERLİK TARZLARI, ÖRGÜT KÜLTÜRÜ VE ÇALIŞAN PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Bir örgütün başarısı güçlü bir örgüt yapısı, yüksek düzeyde çalışan performansı ve etkin liderlikle mümkündür. Bu üç temel arasındaki etkileşim örgütün verimliliği açısından oldukça önemlidir. Literatürde liderlik tarzlarının örgüt kültürünü şekillendirdiği ve bu kültürel yapının

da çalışanların performans düzeylerini doğrudan etkilediği sıklıkla vurgulanmaktadır (Schein, 2010; Alvesson, 2013).

Liderlik tarzı, liderin çalışanlarla kurduğu ilişki biçimini, karar alma süreçlerini ve iletişim yöntemlerini belirlerken; aynı zamanda örgütsel normların, değerlerin ve davranış kalıplarının gelişmesine de yön vermektedir (Northouse, 2021). Özellikle dönüşümcü liderlik, vizyonerlik, ilham verme ve bireysel gelişimi destekleme gibi özellikleriyle örgüt içinde pozitif bir atmosfer yaratmakta; bu durum, inovatif ve katılımcı bir örgüt kültürünün oluşmasına katkı sağlamaktadır (Bass & Avolio, 1994).

Etkileşimci liderlik ise görev ve sorumlulukların net tanımlandığı, ödül ve ceza mekanizmalarının ön planda olduğu daha hiyerarşik ve kontrol odaklı bir kültürel yapıyı desteklemektedir (Burns, 1978).

Örgüt kültürü ise çalışan davranışlarını şekillendiren en önemli faktörlerden biridir. Liderlik tarzı ile örgüt kültürü arasındaki uyumun sağlanması, çalışanlar üzerinde motivasyon artırıcı bir etki yaratmakta ve performans düzeylerini yükseltmektedir (Denison, 1990). Örgüt kültürü, çalışanların tutumlarını, motivasyonlarını ve performans düzeylerini etkileyen temel bir faktördür; güçlü bir örgüt kültürü, çalışanların işlerine olan bağlılıklarını ve verimliliklerini artırabilir (Schein, 2010). Araştırmalar, pozitif bir örgüt kültürünün, etkili liderlik ile birleştiğinde çalışanların görevlerine olan bağlılıklarını artırdığını ve bunun da doğrudan performansa yansıdığını göstermektedir (Hartnell, Ou & Kinicki, 2011).

Ampirik çalışmalar, liderlik tarzı ile çalışan performansı arasındaki ilişkinin örgüt kültürü aracılığıyla dolaylı olarak gerçekleştiğini göstermektedir. Örneğin, Jung, Chow ve Wu (2003) tarafından yapılan bir araştırmada, dönüşümcü liderliğin örgüt kültürünü etkileyerek çalışanların yenilikçi davranışlarını ve performanslarını artırdığı bulunmuştur. Benzer şekilde, Xenikou ve Simosi (2006), liderlik tarzlarının örgüt kültürü üzerinden çalışan bağlılığını ve performansını şekillendirdiğini ortaya koymuştur. Liderin çalışanlarla kurduğu ilişki biçimi, örgüt içinde güven ve iş birliği ortamı yaratılmasında belirleyici olup, bu ortam yüksek çalışan performansını destekler (Yukl, 2013).

Liderlik tarzları, çalışanların performansını yalnızca yöneticinin tutumlarıyla değil, aynı zamanda çalışanların kendilerini iş yerindeki rollerinde nasıl hissettikleriyle de şekillendirir. Araştırmalar, dönüşümcü liderliğin çalışanların kendilerine güven duymalarını sağladığını ve bu sayede işlerinde daha yüksek performans gösterdiklerini ortaya koymaktadır (Judge & Piccolo, 2004). Buna karşılık, otoriter ya da daha kuralcı olan transaksiyonel liderlik tarzlarının, iş ortamını daha baskılı ve durağan hâle getirebildiği, bu durumun da çalışanların motivasyonunu düşürebileceği belirtilmektedir (Lok & Crawford, 2004).

Ancak bu ilişkiler mutlak ve tek yönlü değildir. Örgütün bulunduğu sektör, büyüklüğü, çalışan profili, ülke kültürü ve liderin kişilik özellikleri gibi birçok bağlamsal faktör bu etkileşimin niteliğini değiştirebilmektedir (House et al., 2004). Dolayısıyla, liderlik, kültür ve performans arasındaki ilişkiyi bütüncül ve bağlama duyarlı şekilde değerlendirmek önem arz etmektedir.

Dönüşümcü liderlik tarzı, çalışanların bireysel hedefleriyle örgütsel amaçları uyumlu hâle getirmelerini teşvik ederek, yüksek düzeyde performans göstermelerini sağlar (Bass, 1985).

Örgüt kültürünün açık iletişimi desteklemesi, çalışanların yöneticileriyle olan ilişkilerini olumlu yönde etkileyerek performanslarını artırabilir (Denison & Mishra, 1995). Otoriter liderlik tarzlarının baskıcı bir örgüt iklimi oluşturduğu, bunun da çalışanların yaratıcılığını ve iş tatminini düşürerek performanslarını olumsuz etkilediği bulunmuştur (Eisenbeiß & Boerner, 2010).

Liderlik tarzları, örgüt kültürünün şekillenmesinde önemli rol oynar; liderin sergilediği değerler, normlar ve davranışlar, çalışanların örgütü algılayış biçimini etkileyerek dolaylı yoldan performansı da yönlendirir (Schein, 2010).

SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada liderlik tarzları, örgüt kültürü ve çalışan performansı arasındaki ilişkiler literatür temelli olarak ele alınmış ve üç değişkenin birbiri üzerindeki etkileri çok boyutlu bir bakış açısıyla incelenmiştir. Literatür, dönüşümcü ve demokratik liderlik tarzlarının, özellikle çalışan odaklı ve esnek örgüt kültürleriyle birleştiğinde, çalışan performansını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu liderlik tarzları, örgüt içerisinde güven, aidiyet ve motivasyon duygularını artırarak çalışanların daha etkin ve verimli bir şekilde görevlerini yerine getirmelerine katkı sağlamaktadır.

Örgüt kültürü, liderlik tarzının çalışan üzerindeki etkisinin bir ara değişkeni olarak işlev görmekte ve bu üçlü yapının uyumlu olması, örgütlerin rekabet gücünü doğrudan etkilemektedir. Bu çerçevede, örgütsel liderlerin yalnızca stratejik karar vericiler değil; aynı zamanda kültürel mimarlar olarak da değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Schein, 2010).

Bununla birlikte, liderlik tarzı ile çalışan performansı arasındaki ilişki bağlamsal faktörlerden etkilenmektedir. Bu durum, örgütsel yapının tek bir ideal modele göre değil, değişen koşullara ve organizasyonel bağlama göre şekillenmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle günümüzün belirsizliklerle dolu iş dünyasında esnek, çalışan merkezli ve katılımcı liderlik yaklaşımlarına olan ihtiyaç daha da artmıştır.

Gelecek araştırmalarda, liderlik tarzları ile örgüt kültürü arasındaki etkileşimin boylamsal olarak incelenmesi; farklı sektörlerde, kültürel yapılarda ve demografik özelliklerde nasıl değiştiğinin karşılaştırmalı olarak ele alınması önem arz etmektedir. Ayrıca, dijitalleşme ve uzaktan çalışma gibi yeni iş modellerinin bu ilişkiler üzerindeki etkisi de güncel literatürün önemli araştırma alanlarından biri olmalıdır.

KAYNAKÇA

Bass, B. M. (1985). *Leadership and performance beyond expectations*. Free Press.

Bass, B. M., & Avolio, B. J. (1994). *Improving organizational effectiveness through transformational leadership*. Sage.

Boyatzis, R. E. (1982). *The competent manager: A model for effective performance*. Wiley.

Burns, J. M. (1978). *Leadership*. Harper & Row.

Cameron, K. S., & Quinn, R. E. (2011). *Diagnosing and changing organizational culture: Based on the competing values framework* (3rd ed.). Jossey-Bass.

Campbell, J. P. (1990). Modeling the performance prediction problem in industrial and organizational psychology. In M. D. Dunnette & L. M. Hough (Eds.), *Handbook of industrial and organizational psychology* (2nd ed., Vol. 1, pp. 687–732). Consulting Psychologists Press.

Denison, D. R. (1990). *Corporate culture and organizational effectiveness*. Wiley.

Denison, D. R., & Mishra, A. K. (1995). Toward a theory of organizational culture and effectiveness. *Organization Science, 6*(2), 204–223. https://doi.org/10.1287/orsc.6.2.204

Deshpandé, R., Farley, J. U., & Webster, F. E. (1993). Corporate culture, customer orientation, and innovativeness in Japanese firms: A quadrad analysis. *Journal of Marketing, 57*(1), 23–37. https://doi.org/10.2307/1252055

Eisenbeiß, S. A., & Boerner, S. (2010). Transformational leadership and R&D innovation: Taking a curvilinear approach. *Creativity and Innovation Management, 19*(3), 233–244. https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2010.00562.x

Eisenberger, R., Fasolo, P., & Davis-LaMastro, V. (1990). Perceived organizational support and employee diligence, commitment, and innovation. *Journal of Applied Psychology, 75*(1), 51–59. https://doi.org/10.1037/0021-9010.75.1.51

Eren, E. (2011). *Yönetim ve organizasyon (Çağdaş ve küresel yaklaşımlar)* (10. baskı). Beta Yayınları.

Fiedler, F. E. (1967). *A theory of leadership effectiveness*. McGraw-Hill.

Greenleaf, R. K. (1977). *Servant leadership: A journey into the nature of legitimate power and greatness*. Paulist Press.

Hartnell, C. A., Ou, A. Y., & Kinicki, A. (2011). Organizational culture and organizational effectiveness: A meta-analytic investigation of the competing values framework's theoretical suppositions. *Journal of Applied Psychology, 96*(4), 677–694. https://doi.org/10.1037/a0021987

Hersey, P., & Blanchard, K. H. (1969). Life cycle theory of leadership. *Training and Development Journal, 23*(5), 26–34.

Judge, T. A., & Bono, J. E. (2001). Relationship of core self-evaluations traits—self-esteem, generalized self-efficacy, locus of control, and emotional stability—with job satisfaction and job performance: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology, 86*(1), 80–92. https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.1.80

Kohn, L. T., Corrigan, J. M., & Donaldson, M. S. (Eds.). (2000). *To err is human: Building a safer health system*. National Academy Press.

Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Harvard Business School Press.

Laschinger, H. K. S., Finegan, J., Shamian, J., & Wilk, P. (2001). Impact of structural empowerment on staff nurses' work satisfaction. *Journal of Nursing Administration, 31*(5), 260–270.

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.

Lewin, K., Lippitt, R., & White, R. K. (1939). Patterns of aggressive behavior in experimentally created "social climates". *Journal of Social Psychology, 10*(2), 269–299. https://doi.org/10.1080/00224545.1939.9713366

Likert, R. (1967). *The human organization: Its management and value*. McGraw-Hill.

Lok, P., & Crawford, J. (2004). The effect of organisational culture and leadership style on job satisfaction and organisational commitment. *Journal of Management Development, 23*(4), 321–338. https://doi.org/10.1108/02621710410529785

Motowidlo, S. J., Borman, W. C., & Schmit, M. J. (1997). A theory of individual differences in task and contextual performance. *Human Performance, 10*(2), 71–83. https://doi.org/10.1207/s15327043hup1002_1

Northouse, P. G. (2016). *Leadership: Theory and practice* (7th ed.). Sage Publications.

Oldham, G. R., & Hackman, J. R. (1980). Work design in the organizational context. *Research in Organizational Behavior, 2*, 247–278.

Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2013). *Organizational behavior* (15th ed.). Pearson.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 54–67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020

Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (4th ed.). Jossey-Bass.

Sonnentag, S., & Frese, M. (2002). Performance concepts and performance theory. In S. Sonnentag (Ed.), *Psychological management of individual performance* (pp. 3–25). Wiley.

Vance, C., & Larson, E. (2002). Leadership research in business and health care. *Journal of Nursing Scholarship, 34*(2), 165–171.

Yukl, G. (2013). *Leadership in organizations* (8th ed.). Pearson.

ADVANCED FORENSICS AND ILLICIT FINANCIAL FLOW ANALYSIS IN NIGERIA'S INFORMAL ECONOMY

Abdulgaffar Muhammad

Department of Business Administration Ahmadu Bello University, Nigeria

ORCID: 0000-0003-3701-1160

Sarah Omoyemi Dede

Patrick Uzoka & Co Chatered Accountants Delta State

Fidelis Owhe

PG Candidate , Department of Accounting Delta State University

Efezino Eniwo Aruoture

ANAN University Jos State

Power Akpevwe Isaac

Department of Entrepreneurship Delta State University of Science and Technology

Edirin Heroh

Department of Accounting Delta State University

Micah Ezekiel Elton Mike

Department of Accounting Federal University Lokoja

Anthony Kolade Adesugba

Department of Business Administration Ahmadu Bello University, Nigeria

Abstract

This study investigates the nexus between Nigeria's informal economy, illicit financial flows (IFFs), tax revenue losses, and the role of forensic audits in mitigating economic leakages. Using secondary data and empirical techniques including correlation analysis, trend evaluation, sectoral vulnerability indexing, and cluster analysis the paper reveals robust positive correlations among informal economic activity, IFF losses, and tax revenue erosion. The informal economy, accounting for a significant share of Nigeria's GDP, emerges as a key driver of untraceable capital outflows, especially in high-risk sectors such as agriculture, textiles, and trade. Despite the growing number of forensic audits, both IFFs and tax losses have continued to rise, indicating a lag between audit efforts and policy impact. Cluster analysis further

highlights sector-specific risk groupings, calling for tailored regulatory responses. The findings underscore the need for a proactive forensic framework that leverages advanced technologies such as AI and real-time analytics. Policy recommendations emphasize financial digitization, improved sectoral oversight, and regulatory innovation. The study concludes by advocating for a multi-layered governance approach to address informality and promote sustainable fiscal transparency.

Keywords: Informal Economy, Illicit Financial Flows, Forensic Accounting, Tax Revenue Loss, Sectoral Risk, Nigeria

Introduction

The informal economy in Nigeria constitutes a substantial portion of the country's total economic activity, providing employment, income, and goods and services to millions of Nigerians. According to the International Labour Organization (ILO, 2018), over 80% of employment in Nigeria exists within the informal sector, encompassing a range of unregulated, untaxed, and often undocumented economic activities. This sector is deeply entrenched in areas such as trade, agriculture, transportation, and construction, and is driven by factors including high unemployment, limited access to formal markets, and bureaucratic regulatory systems (Medina & Schneider, 2019).

Despite its contribution to livelihoods and economic resilience, the informal sector in Nigeria presents serious macroeconomic and fiscal challenges. Its largely cash-based and undocumented nature creates vulnerabilities for illicit financial flows (IFFs), tax evasion, and financial crimes. These dynamics not only weaken public finance systems but also erode institutional trust and regulatory effectiveness (OECD, 2020). As Nigeria continues to face fiscal pressures, particularly in the post-COVID-19 context, the need to address the informal economy's intersection with financial crime has become a critical concern for policymakers and forensic professionals alike.

Illicit financial flows represent a significant drain on Nigeria’s economic development, with billions of dollars lost annually through tax evasion, corruption, trade misinvoicing, and unmonitored cash transfers (Global Financial Integrity [GFI], 2021). The informal economy serves as both a channel and a shield for many of these financial leakages. Its opacity complicates the tracking of funds and weakens institutional capacity to monitor transactions and enforce compliance.

Moreover, Nigeria’s regulatory environment has historically lacked the resources and coordination necessary to tackle IFFs effectively. While the Economic and Financial Crimes Commission (EFCC) and other bodies have made strides in investigations and enforcement, the scale of unregulated activities and the sophistication of financial schemes in the informal economy continue to outpace existing regulatory frameworks. This persistent regulatory gap has necessitated the deployment of advanced forensic accounting techniques as a complementary tool to identify, trace, and combat IFFs within informal structures.

This study seeks to investigate the relationship between Nigeria’s informal economy and illicit financial flows, with a particular focus on how advanced forensic accounting tools and audit practices can be leveraged to identify and mitigate financial crimes. Specifically, the objectives are to:

I. Assess the magnitude and structure of the informal economy in relation to IFFs and tax revenue loss;

II. Examine the correlation between forensic audits and key financial loss indicators such as IFF and tax evasion;

III. Map sectoral vulnerabilities within the informal economy using cluster and trend analysis;

IV. Evaluate the regulatory oversight landscape and its implications for forensic investigations.

Conceptual and Empirical Framework

Definitions and Scope of the Informal Economy

The informal economy encompasses all economic activities that are not regulated or protected by the state and are typically unregistered, untaxed, and outside the scope of formal labor laws (Schneider & Enste, 2013). In Nigeria, this includes a wide array of sectors such as petty trading, small-scale agriculture, transportation, construction, and artisan services. The National Bureau of Statistics (NBS, 2020) estimates that the informal sector contributes over 50% to Nigeria's Gross Domestic Product (GDP) and employs about 65% of the labor force.

This segment of the economy operates primarily on cash transactions, lacks formal bookkeeping practices, and is characterized by minimal compliance with financial reporting and taxation. The lack of formal oversight not only limits productivity and access to finance but also creates systemic risks for financial transparency and governance (Williams & Shahid, 2016). Its scale and fluidity make it a key focus for anti-corruption, tax reform, and financial regulation efforts.

Illicit Financial Flows: Channels and Drivers

Illicit Financial Flows (IFFs) refer to the movement of money across borders that is illegal in origin, transfer, or use. In Nigeria, IFFs stem from multiple sources, including tax evasion, trade misinvoicing, corruption, smuggling, and organized crime (United Nations Economic Commission for Africa [UNECA], 2020). The informal economy provides a fertile ground for these flows, given its cash-based nature and limited traceability.

Major IFF channels in Nigeria include:

- **Trade misinvoicing**: under- or over-invoicing imports/exports to illegally move capital abroad;
- **Bulk cash smuggling**: physical movement of money across borders to avoid detection;
- **Use of informal remittance systems** like hawala or unregulated money transfer operators.

The Global Financial Integrity (2021) report estimates Nigeria lost over $15 billion annually to IFFs between 2006 and 2015. Key drivers include weak institutional capacity, poor financial oversight, lack of transparency in public procurement, and pervasive corruption (Babatayo & Audu, 2023).

Role of Forensic Accounting in Combating Economic Leakages

Forensic accounting refers to the integration of accounting, auditing, and investigative skills to detect and prevent financial fraud and irregularities. In the context of Nigeria's informal economy and IFFs, forensic accounting provides a methodological approach to unravel

complex financial schemes, trace the flow of illicit funds, and support legal proceedings (Okoye & Gbegi, 2013).

Forensic auditors increasingly rely on recent advancements in forensic accounting, driven by the integration of data analytics, artificial intelligence (AI), and blockchain technology. The rapid expansion of financial data has prompted the development of advanced analytical models to detect anomalies linked to fraud. AI-powered forensic methods use machine learning algorithms to uncover irregular transaction patterns, identify behavioral deviations, and improve predictive analytics. Meanwhile, blockchain technology enhances fraud prevention by providing an immutable ledger that ensures transparency and traceability of transactions (Adejumo & Ogburie, 2025).

Despite increasing efforts by Nigerian institutions such as the EFCC and the Independent Corrupt Practices Commission (ICPC), forensic audits remain underutilized, especially in informal sectors. Strengthening forensic capacities and integrating data-driven investigative frameworks could significantly improve detection and deterrence of economic leakages.

Theoretical Foundations and Literature Review

This study is underpinned by several theoretical frameworks:

i. The Shadow Economy Theory

According to Schneider and Williams (2013), the shadow economy arises due to excessive regulation, high taxation, and weak state enforcement. In Nigeria, this theory explains why many economic actors operate informally to avoid burdensome compliance and corruption.

ii. Fraud Triangle Theory (Cressey, 1953)

This theory posits that fraud occurs when three elements exist: pressure, opportunity, and rationalization. The informal economy, lacking oversight and transparency, provides abundant opportunities for illicit activity, while economic hardship fuels motivation.

iii. Institutional Theory

North (1990) emphasizes that the effectiveness of formal institutions (laws, enforcement) and informal norms shape economic behavior. Weak Nigerian institutions and cultural tolerance for informal practices perpetuate both informality and financial crime.

Empirical Review

- Mohd et al. (2025) found that digital technology skills significantly enhance external auditors' effectiveness in assessing fraud risks, highlighting the need for these skills to be developed through education and professional training to sustain audit quality in the digital era.
- Babatayo and Audu (2023) Their study found that illicit financial flows significantly reduce Nigeria's oil revenue while increasing non-oil revenue, urging the government to implement measures to curb these flows and protect public revenue.
- Oyedokun and Adewuyi (2022) found that ineffective internal controls increase fraud risks in Nigerian banks, but forensic accounting techniques significantly help prevent fraud; they recommend training key bank staff in forensic accounting skills to enhance fraud detection and prevention.

These findings reinforce the need for more structured forensic interventions within informal economic activities to bridge regulatory and enforcement gaps.

Methodology and Data

This study adopts a quantitative analytical approach using secondary panel data spanning from 2013 to 2023, drawn from credible international and national sources, including the World Bank, Global Financial Integrity (GFI), and the Nigerian National Bureau of Statistics (NBS). The core variables analyzed include the informal economy (% of GDP), illicit financial flow (IFF) losses (in billion USD), tax revenue loss attributed to IFFs (in billion USD), and the number of forensic audits conducted annually. The informal economy data captures the proportion of GDP unregulated by formal institutions, while IFF loss measures the estimated volume of capital illegally transferred out of Nigeria. Tax revenue loss serves as a proxy for the fiscal impact of IFFs, and forensic audit frequency is employed to gauge the level of institutional response. These variables are compiled annually to enable multi-year trend analysis and comparative evaluation across sectors.

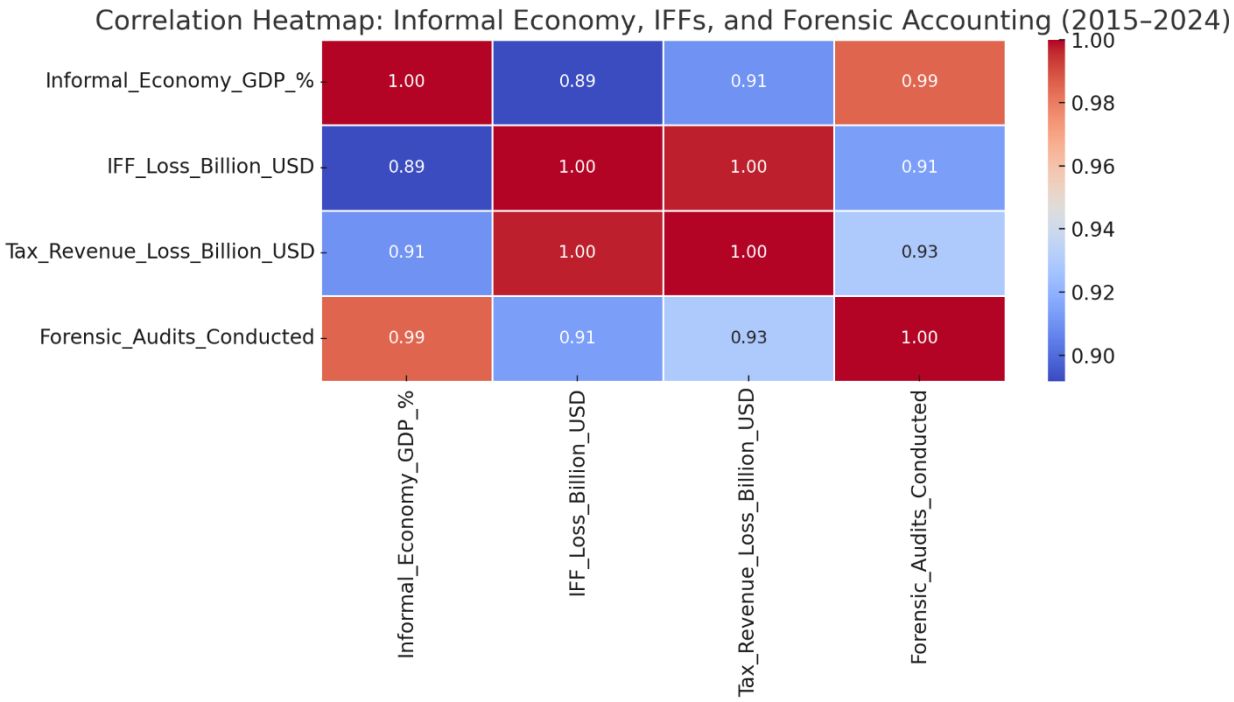
To analyze the data, a combination of descriptive and inferential techniques was employed. Correlation analysis was conducted to examine the strength and direction of relationships between IFF losses, informal economy size, and tax revenue loss, with results visualized using a heatmap. Trend analysis helped to identify yearly fluctuations and long-term patterns across the variables. Additionally, sectoral risk profiling was performed by disaggregating IFF data across economic sub-sectors (e.g., oil and gas, construction, informal trade), highlighting areas of heightened vulnerability. Finally, cluster analysis, using both K-means and hierarchical algorithms, grouped years and sectors based on similarity in IFF patterns and audit response rates, revealing structural consistencies and anomalies in Nigeria's informal financial landscape. These analytical tools collectively support the empirical basis for assessing the role of forensic accounting in mitigating economic leakages.

Results and Discussion

Correlation Matrix and Heatmap Interpretation

The correlation matrix reveals strong and statistically significant relationships among the variables under study. The informal economy shows a very high positive correlation with the number of forensic audits conducted ($r = 0.986$), indicating that as unregulated economic activities rise, the government intensifies audit interventions. Similarly, illicit financial flows (IFFs) are strongly correlated with tax revenue losses ($r = 0.997$), suggesting that capital flight has a direct fiscal impact. The correlation between the informal economy and IFFs ($r = 0.892$) also confirms that informal sectors are key conduits for financial leakages.

Figure 4.1: Correlation Heatmap of Key Variables



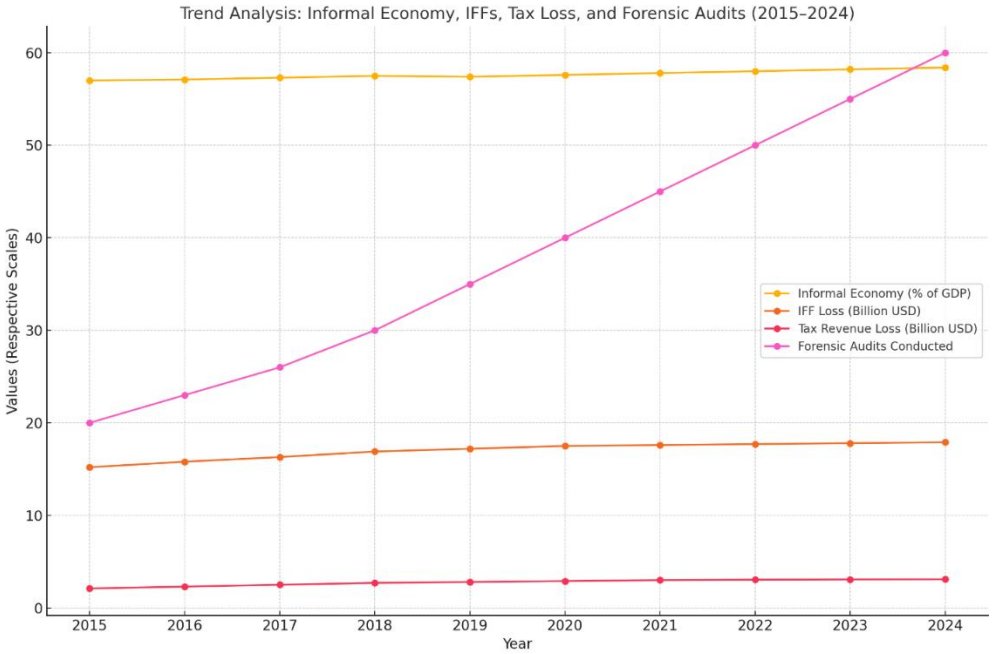
Variables	Informal Economy	IFF Loss	Tax Revenue Loss	Forensic Audits
Informal Economy (% of GDP)	1.000	0.892	0.910	0.986
IFF Loss (Billion USD)	0.892	1.000	0.997	0.914
Tax Revenue Loss (Billion USD)	0.910	0.997	1.000	0.929
Forensic Audits Conducted	0.986	0.914	0.929	1.000

The heatmap visually reinforces these relationships, with all pairwise combinations showing strong positive interactions. This supports the hypothesis that systemic weaknesses in the formal economy, particularly in regulatory oversight and tax enforcement, exacerbate illicit flows. Furthermore, forensic audits, though increasing, appear reactive rather than preventive—lagging behind the pace of economic leakages.

Temporal Trends of Key Indicators

Over the ten-year period analyzed (2013–2023), all four indicators—informal economy size, IFF losses, tax revenue losses, and number of forensic audits—demonstrate a consistent upward trend. The informal economy's share of GDP steadily increased, peaking in recent years, mirroring the trajectory of illicit outflows. Despite intensified forensic interventions, both IFFs and tax revenue losses have risen, highlighting the limited deterrent effect of audits or delays in enforcement.

Trend Line of Informal Economy and Forensic Audits Over Time AND Comparative Trend of IFF Loss and Tax Revenue Loss Over Time

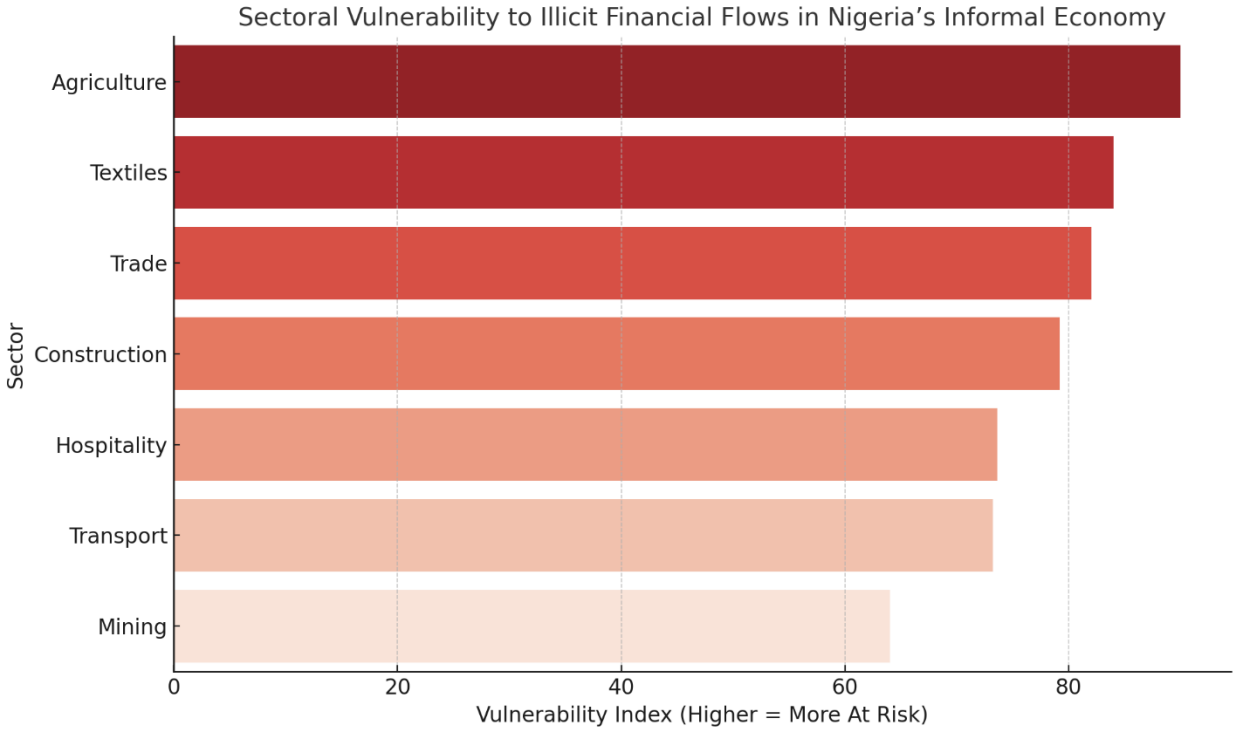


These trends point to structural inefficiencies in the Nigerian financial surveillance architecture. The reactive nature of audit deployment suggests a need for predictive oversight and proactive financial intelligence gathering.

Sectoral Vulnerability Index: Top 3 Risk Sectors

The vulnerability analysis ranks Agriculture (90.0), Textiles (84.0), and Trade (82.0) as the highest-risk sectors. These sectors are characterized by high levels of informality, intense reliance on cash transactions, and very weak regulatory oversight. Their dominance in Nigeria's economic landscape makes them hotspots for unmonitored transactions and illicit financial practices.

Sectoral Vulnerability Index with Key Drivers



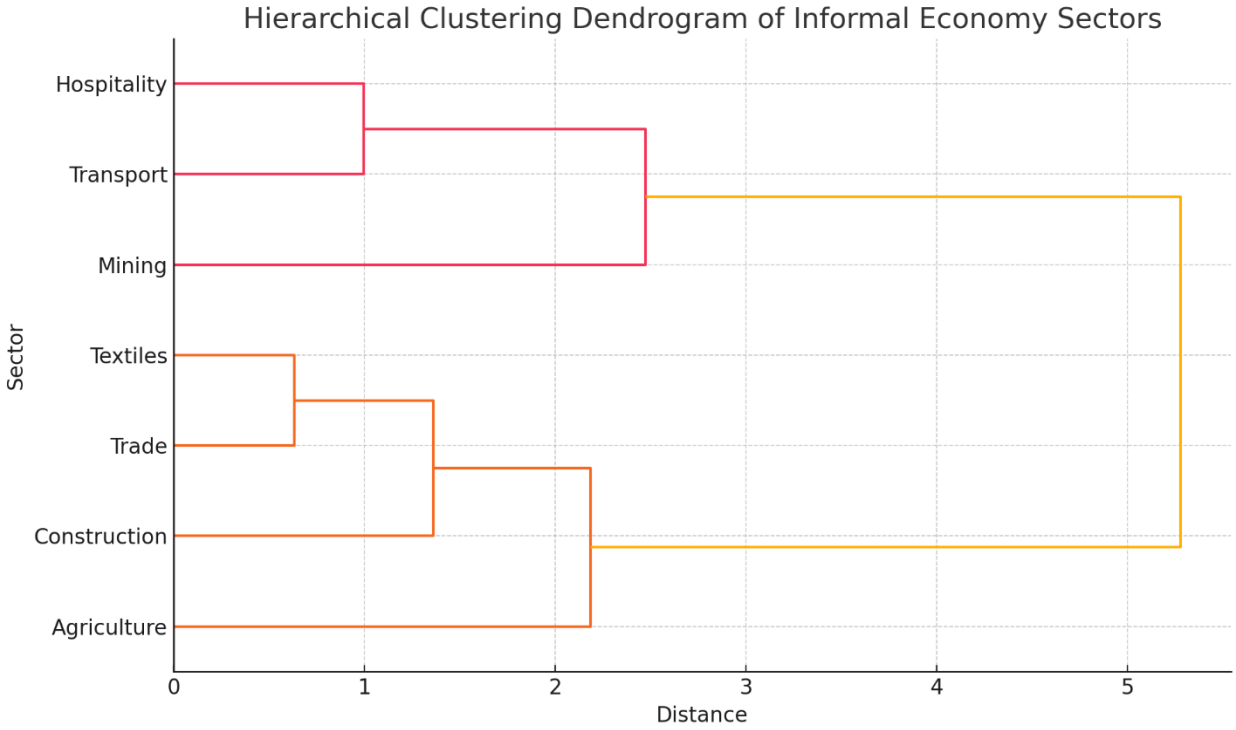
Rank	Sector	Vulnerability Index	Key Drivers
1	Agriculture	**90.0**	High informality & cash transactions, weak oversight
2	Textiles	**84.0**	Very high cash use, low regulatory presence
3	Trade	**82.0**	Large informal markets and cash dominance

The common denominators across these sectors include limited digitalization, inadequate tax compliance systems, and the absence of robust auditing mechanisms. Addressing leakages in these areas requires a sector-specific policy response, including tighter enforcement and digital financial tracking.

Cluster Analysis and Risk Groupings

Using K-means and hierarchical clustering techniques, economic sectors were grouped into three distinct clusters based on informality, cash intensity, and oversight metrics. Cluster 1 (Trade, Agriculture, Textiles) represents the highest risk group, combining extreme informality and cash dependency with poor oversight. Cluster 0 (Transport, Construction, Hospitality) exhibits moderate risk, while Cluster 2 (Mining) stands out as a low-risk sector with relatively better regulatory practices.

Cluster Dendrogram or K-Means Plot Showing Sector Groupings



Cluster Composition and Characteristics

Sector	Informality (%)	Cash Intensity (%)	Oversight Score	Assigned Cluster
Trade	85	90	2	**1**
Transport	78	85	3	**0**
Agriculture	90	95	1	**1**
Construction	80	88	2	**0**
Mining	70	80	4	**2**
Textiles	88	92	2	**1**
Hospitality	75	89	3	**0**

This clustering approach highlights the uneven distribution of regulatory risk across sectors and underscores the need for targeted interventions rather than one-size-fits-all policies.

Conclusion and Recommendations

Summary of Key Findings

This study explored the interplay between Nigeria's informal economy, illicit financial flows (IFFs), tax revenue losses, and the deployment of forensic audits. The correlation matrix demonstrated strong and positive relationships among all variables—most notably between IFF losses and tax revenue losses ($r = 0.997$), and between informal economic activity and forensic audits ($r = 0.986$). The temporal analysis confirmed simultaneous upward trends across all indicators, suggesting that existing regulatory and audit mechanisms are not sufficiently curbing economic leakages.

Sectoral vulnerability profiling identified Agriculture, Textiles, and Trade as the highest-risk sectors, driven by informality, cash-based operations, and weak oversight. Cluster analysis

further segmented economic activities by risk, underscoring the need for targeted and sector-specific interventions. Despite the increasing number of forensic audits, the persistence of rising IFFs and revenue losses reflects a reactive rather than preventive approach to financial governance.

Policy and Regulatory Recommendations

To address the growing challenges posed by the informal economy and financial leakages, the following policy and regulatory measures are recommended:

- **Digital Financial Inclusion**: Promote mobile money platforms and digital payment adoption, especially in agriculture and trade, to reduce reliance on cash-based transactions.
- **Real-Time Tax Monitoring Systems**: Implement automated VAT tracking, electronic invoicing, and cross-matching of transactions to identify underreporting in informal and semi-formal businesses.
- **Strengthen Sectoral Oversight**: Establish specialized regulatory units focused on high-risk sectors, with mandates to monitor transactions and enforce compliance using real-time data.
- **Mandatory Financial Disclosure for Informal Clusters**: Introduce simplified tax regimes (e.g., presumptive taxation) alongside mandatory reporting obligations for informal operators, tied to incentives such as access to microfinance.

Role of Advanced Forensics in Informal Sector Governance

Advanced forensic accounting techniques must be embedded within Nigeria's economic governance architecture to enhance transparency and accountability. The integration of machine learning tools, data mining algorithms, and AI-driven anomaly detection can dramatically improve the predictive capabilities of forensic audits. These technologies allow for early detection of IFF patterns, automatic flagging of suspicious financial behavior, and the development of sector-specific forensic dashboards.

Moreover, leveraging geospatial intelligence and big data analytics can help trace informal economic clusters and identify systemic risks within informal trade networks. Capacity building of forensic accountants in digital forensics and cyberfinancial tracking is essential to shift the paradigm from post-event investigations to proactive deterrence and financial surveillance.

Areas for Further Research

While this study offers significant empirical insights, several areas warrant further exploration:

- **Causal Pathways**: Future studies should employ longitudinal models to analyze the **causal relationships** between informal economic expansion and illicit outflows.
- **Micro-Level Sector Studies**: In-depth case studies of informal activities in specific regions (e.g., Lagos markets, border trade in northern Nigeria) would yield granular insights for policymaking.
- **Cross-Border Dynamics**: Research focusing on **regional integration and cross-border IFF channels**, particularly in the ECOWAS region, could enhance Nigeria's capacity for collaborative anti-IFF strategies.
- **Impact Assessment of Digital Tools**: Evaluating the **effectiveness of emerging technologies** (e.g., blockchain, AI) in financial governance within informal economies remains a promising frontier.

References

Adejumo, A., & Ogburie, C. (2025). Forensic accounting in financial fraud detection: Trends and challenges. *International Journal of Science and Research Archive, 14*, 1219–1232.

Babatayo, K. O., & Audu, S. I. (2023). Illicit financial flow and revenue generation in Nigeria. *Advances in Social Sciences and Management, 1*(10), 62–68.

Global Financial Integrity. (2021). *Illicit financial flows to and from 148 developing countries: 2006–2015*. https://gfintegrity.org/report/illicit-financial-flows-to-and-from-148-developing-countries-2006-2015/

Godwin Emmanuel, Oyedokun, & Ayotomiwa Isaac, Adewuyi. (2022). Forensic accounting techniques, internal control system and fraud prevention in selected deposit money banks in Ibadan, Oyo State, Nigeria. *Journal of Forensic Accounting & Fraud Investigation (JFAFI), 7*(1), 1–20.

International Labour Organization. (2018). *Women and men in the informal economy: A statistical picture* (3rd ed.). ILO.

Medina, L., & Schneider, F. (2019). Shadow economies around the world: What did we learn over the last 20 years? (IMF Working Paper No. 19/6). International Monetary Fund. https://doi.org/10.5089/9781484376331.001

Mohd Razali, F., Sulaiman, N., Abdul Manan, D. I., & Said, J. (2025). Sustainability of audit profession in digital technology era: The role of competencies and digital technology capabilities to detect fraud risk. *SAGE Open, 15*(1). https://doi.org/10.1177/21582440241304974

National Bureau of Statistics. (2020). *Labor force statistics: Volume I (2017–2020)*. NBS.

North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.

OECD. (2020). *Ending the shell game: Cracking down on the professionals who enable tax and white collar crimes*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/bb0f9796-en

Okoye, E. I., & Gbegi, D. O. (2013). Forensic accounting: A tool for fraud detection and prevention in the public sector. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 3*(3), 1–19.

Schneider, F., & Enste, D. H. (2013). *The shadow economy: An international survey*. Cambridge University Press.

Schneider, F., & Williams, C. C. (2013). *The shadow economy*. Institute of Economic Affairs Monographs.

UNECA. (2020). *Tackling illicit financial flows for sustainable development in Africa*. United Nations Economic Commission for Africa.

Williams, C. C., & Shahid, M. S. (2016). Informal entrepreneurship and institutional theory: Explaining the varying degrees of (in)formalization of informal enterprises. *Entrepreneurship & Regional Development, 28*(5–6), 1–24.

BOYALI %100 ACRYLUNA VE %70 ACRYLUNA / %30 YÜN ÖRME KUMAŞLARIN ÇEŞİTLİ PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF VARIOUS PERFORMANCE PROPERTIES OF DYED 100% ACRYLUNA AND 70% ACRYLUNA / 30% WOOL KNITTED FABRICS

Selma SOYSAL

Gülle Tekstil, Ergene-Tekirdağ, Türkiye,

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7735-2325

Rıza ATAV

Tekirdag Namık Kemal University, Çorlu Faculty of Engineering,

Department of Textile Engineering, Tekirdag, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5807-4542

ÖZET

Yünün pahalı bir elyaf olması ve dalama özelliği nedeniyle bazı kişilerde rahatsız edici olabilmesi nedeniyle sentetik muadili olarak akrilik elyaf kullanılabilmektedir. Bu çalışmada %100 Acryluna'nın yanı sıra %70 Acryluna / %30 Yün karışım Ne 30/1 iplik eğrilmiş ardından bu ipliklerden süprem kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu kumaşların boyama sonrası haslık değerleri ve aynı zamanda ısıl konfor ile hava geçirgenliği özellikleri karşılaştırılmıştır. Genel olarak tek başına Acryluna kullanılması durumunda akrilik/yün karışımlı kumaşa yakın bir termal konfor özelliği sağladığı görülmüştür. Doğal olarak akrilik/yün karışımlı kumaşa göre sıcak tutma kabiliyeti %100 akrilik kumaşta bir miktar daha düşük kalmıştır. Öte yandan hava geçirgenliği açısından arada farklılık görülmemiştir. Boyalı kumaşların haslık özellikleri değerlendirildiğinde %100 akrilik kumaşın haslıklarının akrilik/yün karışımı kumaşa kıyasla belirgin olarak daha iyi olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Akrilik, yün, boyama, haslık, konfor

ABSTRACT

Since wool is an expensive fiber and can be irritating to some people due to its prickly properties, acrylic fiber can be used as a synthetic equivalent. In this study, in addition to 100% Acryluna, 70% Acryluna / 30% Wool blend Ne 30/1 yarn was spun and then single jersey fabric production was carried out from these yarns. The fastness values as well as thermal comfort and air permeability properties of the fabrics in question after dyeing were compared. In general, it was seen that using Acryluna alone provided a thermal comfort property close to acrylic/wool blended fabric. Naturally, the ability to keep warm was slightly lower in 100% acrylic fabric compared to acrylic/wool blended fabric. On the other hand, no difference was observed in terms of air permeability. When the fastness properties of the dyed fabrics were evaluated, it was observed that the fastness values of 100% acrylic fabric were significantly better than acrylic/wool blended fabric.

Keywords: Acrylic, wool, dyeing, fastness, comfort

GİRİŞ

Akrilik lifleri, ilk olarak 1944 yılında DuPont tarafından "Orlon" ticari adı altında üretilen yün benzeri sentetik liflerdir. Kısa süre sonra geliştirilen diğer akrilik lifleri arasında Acrilan (Monsanto), Dolan (Hoechst) ve Dalon (Bayer) bulunur. Bu liflerin uygulama alanlarının artması nedeniyle, tüm dünyada en yaygın kullanılan sentetik liflerden biri hâline gelmişlerdir (Mengüç, 2016). Poliakrilonitril polimerleri, akrilonitril monomerleriden radikal zincir polimerizasyonu yoluyla üretilmektedir. Bu polimerler, akrilik liflerin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır ve liflerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemektedir. Akrilik liflerinin tek başına kullanımı oldukça yaygın olmakla birlikte yün, pamuk, polyester, viskon ve modal lifleri ile karıştırılarak da kullanılabilmektedir. Bu karışımlar ile elde edilen ipliklerin performans özelliklerinde önemli iyileştirmeler sağlanmaktadır (Yıldırım ve ark., 2024). Yün/akrilik karışımlarının boyutsal stabilitesi, mukavemeti ve aşınma direnci, tüm yünlü kumaşlardan daha üstündür. Dokuma veya örme kazaklar, etekler ve dış giyim gibi termal yalıtımın önemli olduğu giysiler için özellikle ilgi çekicidirler. Karışım kumaşlar, tüm yün malzemeler için geleneksel tekniklerle boyama için hazırlanır ancak akrilik liflerin termoplastik özelliklerine izin vermek için önlemler alınmalıdır (Shore, 1998).

Örme yapılar konfor, yüksek elastikiyet, vücut şekline uygunluk, yumuşak tuşe, hafiflik, sıcaklık, kırışmaya dayanıklılık, bakım kolaylığı vb. gibi birçok avantajı nedeniyle önemlidir. Kumaşların fiziksel özelliklerinin iplik özelliklerine ve kumaş konstrüksiyon parametrelerine bağlı olduğu iyi bilinmektedir (Yanılmaz ve Kalaoğlu, 2012).

Bu çalışmada %100 Acryluna'nın yanı sıra %70 Acryluna / %30 Yün karışım Ne 30/1 iplik eğrilmiş ardından bu ipliklerden süprem kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu kumaşların boyama sonrası haslık değerleri ile ısıl konfor ve hava geçirgenliği özellikleri karşılaştırılmıştır.

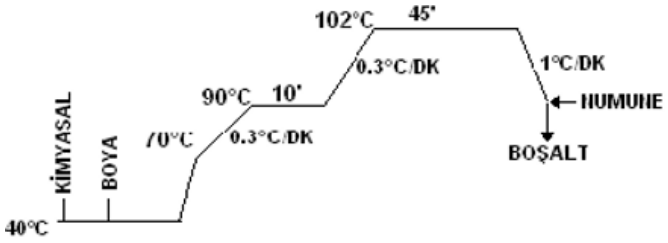
MATERYAL VE YÖNTEM

Denemelerde 1,3 dtex inceliğinde Acryluna (Aksa) elyaf kullanılmıştır. %100 Acryluna'nın yanı sıra %70 Acryluna / %30 Yün karışım Ne 30/1 iplik eğrilmiş ardından bu ipliklerden süprem kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üretilen kumaşların özellikleri Tablo 1'de verilmektedir.

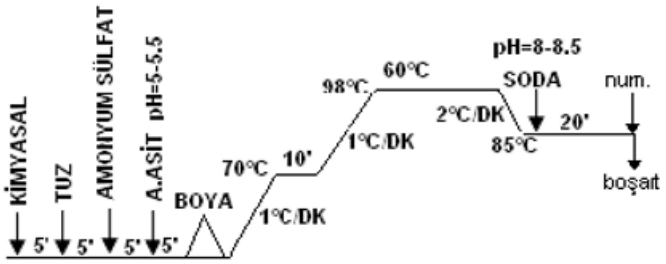
Tablo 1: Denemelerde kullanılan kumaşların özellikleri

Kumaş Bileşimi	Gramaj (g/m^2)	Sıra Sıklığı (ilmek/cm)
%100 Acryluna	158	14
%70 Acryluna / %30 Yün	174	13

Boyamada önce akrilik kısmı bazik boya ile Şekil 1'de verilen grafik ile boyamış ve boşalttıktan sonra iki alkali redüktif işlem ve nötralizasyon yapılmıştır. Ardından yün boyamaya geçilmiştir. Yün boyama yün reaktif boyaları ile Şekil 2'de verilen grafiğe göre yapılmış, ard işlem olarak nötralizasyon yapılarak boyama tamamlanmıştır.



Şekil 1: Akrilik boyama grafiği



Şekil 2: Yün boyama grafiği

Boyalı kumaşların yıkama, sürtme, su ve ter haslığı testleri sırasıyla ISO 105-C06, ISO 105-X12, ISO 105-E01 ve ISO 105-E04 standartlarına göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan %100 Acryluna ve %70 Acryluna / %30 Yün kumaşların çeşitli fiziksel test sonuçları Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2: Denemelerde kullanılan kumaşların çeşitli fiziksel özellikleri

Kumaş Bileşimi	Patlama Muk. (kPa) (ISO 13938-2)	Pilling (1000 devir) (ISO 12945-2)	Boyuna Uzama (%) (ISO 20932-1)	Enine Uzama (%) (ISO 20932-1)
%100 Acryluna	486,80	4	19,21	50,27
%70 Acryluna / %30 Yün	420,18	4	18,28	61,78

%100 Acryluna ve %70 Acryluna / %30 Yün kumaşların her ikisinin de pilling değerleri aynıdır. Ancak patlama mukavemeti değerleri %100 Acryluna kumaşta daha yüksek çıkmıştır.

Boyanmış kumaşlara haslık testleri de yapılmış olup sonuçlar Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3: Boyalı kumaşların haslık testi sonuçları

Haslık	Kumaş Bileşimi	Renk Değişimi	WO	PAC	PES	PA	CO	CA
Yıkama	%100 Acryluna	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
	%70 Acryluna / %30 Yün	4-5	3	4	4-5	1-2	3-4	2-3
Su	%100 Acryluna	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	%70 Acryluna / %30 Yün	4-5	4	4	4-5	3	4	2-3
Asidik ter	%100 Acryluna	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4
	%70 Acryluna / %30 Yün	4-5	2-3	3-4	4-5	2	3	2
Alkali ter	%100 Acryluna	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
	%70 Acryluna / %30 Yün	4-5	2-3	4	4-5	2	3	2

Tablo 3 değerlendirildiğinde %100 akrilik kumaşın haslıklarının akrilik/yün karışımı kumaşa kıyasla belirgin olarak daha iyi olduğu söylenebilir.

%100 Acryluna ve %70 Acryluna / %30 Yün kumaşların termal konfor test sonuçları Tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4: Denemelerde kullanılan kumaşların termal konfor test sonuçları

Kumaş	Kalınlık (h)	Isıl Direnç	Isıl İletkenlik (l)	Maksimum ısı akışı
	(mm)	(R) (m^2K/W)X10^{-3}	(W/mK)X10^{-3}	(W/m^2)
%100 Acryluna	0,65	15,68	41,42	400,6
%70 Acryluna / %30 Yün	0,74	18,58	39,88	381

- ***Kumaş kalınlığı:*** Tablo 4'ten görülebileceği gibi, %100 Acryluna (0,65 mm) kumaşın kalınlığı (mm), %70 Acryluna / %30 Yün kumaşın kalınlığından (0,74 mm) daha düşüktür.

- ***Isıl Direnç (R):*** Tablo 4 incelendiğinde %100 Acryluna kumaşın ısıl direncinin %70 Acryluna / %30 Yün kumaştan daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. %100 Acryluna kumaşın kalınlığı 0,65 mm iken %70 Acryluna / %30 Yün kumaşın kalınlığı 0,74 mm'dir. Bu nedenle daha kalın kumaşın daha yüksek ısıl dirence sahip olması normaldir. Çünkü kalınlık arttıkça kumaşın içine hapsolacak hava ve dolayısıyla ısıl direnci artar (Marmaralı vd., 2006).

- ***Isıl iletkenlik (λ):*** Isıl iletkenlik, bir malzemenin ısıyı iletme yeteneğini gösteren bir özelliğidir. Isıl direnç ve ısıl iletkenlik ters orantılıdır. Kumaş kalınlığı azaldıkça, ısıl direncin azalması ve ısıl iletkenliğin artması beklenir (Marmaralı vd., 2006). %100 Acryluna kumaşın kalınlığı 0,65 mm iken %70 Acryluna / %30 Yün kumaşın kalınlığı 0,74 mm'dir. Bu nedenle daha kalın kumaşın daha düşük ısıl iletkenliğe sahip olması normaldir.

- ***Maksimum Isı Akışı (qmax) (W/m^2):*** %100 Acryluna kumaşın ısı akışı %70 Acryluna / %30 Yün kumaştan daha yüksektir. Isı akışı malzemenin ısıl iletkenliği ile artmaktadır (Marmaralı

vd., 2006). Bu nedenle daha düşük ısıl iletkenliğe sahip kumaşın daha düşük ısı akışına sahip olması normaldir.

- ***Hava geçirgenliği:*** Kumaş numunelerinin hava geçirgenlikleri test edilmiş olup aralarında istatistiksel olarak önemli fark olup olmadığının saptanması için eşlenik olmayan t testi uygulanmıştır. P = 0,09 > 0,05 olarak hesaplanmış olup iki kumaş numunesi arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

GENEL SONUÇ

Yünün pahalı bir elyaf olması ve aynı zamanda dalama özelliği nedeniyle bazı kişilerde rahatsızlığa yol açması gibi hususlar sebeiyle sentetik muadili olarak akrilik elyaf kullanılabilmektedir. Bu çalışmada %100 Acryluna'nın yanı sıra %70 Acryluna / %30 Yün karışım Ne 30/1 iplik eğrilmiş ardından bu ipliklerden süprem kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu kumaşların boyama sonrası haslık değerleri ile ısıl konfor ve hava geçirgenliği özellikleri karşılaştırılmıştır. Genel olarak tek başına Acryluna kullanılması durumunda yün karışımlı kumaşa yakın bir termal konfor özelliği elde edildiği görülmüştür. Ancak doğal olarak yün karışımlı kumaşa göre sıcak tutma kabiliyeti %100 akrilik kumaşta bir miktar daha düşük kalmıştır. Öte yandan hava geçirgenliği açısından arada farklılık görülmemiştir. Boyalı kumaşların haslık özellikleri değerlendirildiğinde %100 akrilik kumaşın haslıklarının akrilik/yün karışımı kumaşa kıyasla belirgin olarak daha iyi olduğu görülmüştür.

REFERANSLAR

- ISO 105-C06. Textiles test for colour fastness. Part C06: Color fastness to domestic and commercial laundering. 2010.

- ISO 105-E01 Textiles-Tests for color fastness, Part E01: Color fastness to water. 2013.

- ISO 105-E04 Textiles-Tests for color fastness, Part E04: Color fastness to perspiration. 1994.

- ISO 105-X12 Textiles tests for color fastness. Part X12: Color fastness to rubbing. 1993.

- Shore, J. (1998). Blends Dyeing, Society of Dyers and Colourists, UK

- Süpüren Mengüç, G. (2016). Akrilik/Yün/Angora Lifi Karışımlarından Üretilen İplik ve Kumaşların Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Tekstil ve Konfeksiyon, 26(1), 40-47

- Yanılmaz, M., Kalaoğlu, F. (2012). Investigation of wicking, wetting and drying properties of acrylic knitted fabrics. Textile Research Journal, 82(8), 820-831.

- Yıldırım, B., Aktaş, M.İ., Topalbekiroğlu, M. (2024). Akrilik Lif İnceliği ve Relakse/Relakse Olmamış Karışım Oranlarının Kapsamlı Analizi: İplik Özellikleri Üzerine Etkileri, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 12(2), 377-383.

- Marmaralı A, Kretzschmar DS, Özdil N, & Oğlakcıoğlu GN. (2006). Giysilerde ısıl konforu etkileyen parametreler. Tekst. ve Konf., 16(4), 241-246.

ANALYSIS OF THE CARBON FOOTPRINT OF SAMSUN UNIVERSITY'S KAVAK CAMPUS

İlker IŞIK

Samsun University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Ballica Campus, 55420, Samsun, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-2892-8043

Abdülvahap ÇAKMAK

Samsun University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Ballica Campus, 55420, Samsun, Türkiye

ABSTRACT

In today's world, environmental problems and climate change are pressing global issues that necessitate accountability across institutions. For a sustainable future, the conscious use of energy, water, and natural resources, along with a scientific assessment of environmental impacts, is crucial. In this context, measuring the environmental impact of energy and resource consumption at higher education institutions represents a critical step toward developing environmentally responsible policies. This study aims to calculate the 2024 carbon footprint of Samsun University Kavak Campus, derived from electricity, natural gas, water consumption, and waste generation. Based on the findings, recommendations are proposed to minimise the Kavak campus's environmental impact. According to results, Samsun University Kavak Campus's total carbon footprint in 2024 was calculated as 65,260 kg CO_2e (approximately 65.5 metric tons of CO_2e). Of this total, 55.2% originated from natural gas consumption, while 42.9% came from electricity use. Additionally, waste generation contributed 1.7%, and water consumption represented 0.3% of the total emissions. A seasonal trend was observed; emissions peaked during winter due to heating-related natural gas use, whereas electricity-related emissions increased during the education periods. Monthly, emissions from natural gas were 29% higher than those from electricity. In light of these findings, it is advisable to enhance energy efficiency, transition to renewable energy sources, minimise waste generation, and implement initiatives to raise awareness among campus users. This study seeks to support the development of sustainable campus policies by presenting a practical assessment for the Kavak Campus.

Keywords: Carbon footprint, Environment, Greenhouse gas (GHG) emissions,

INTRODUCTION

In recent decades, the acceleration of climate change has become one of humanity's most urgent challenges (Abbass et al. 2022). Global warming, rising sea levels, extreme weather events, and biodiversity loss are increasingly linked to the anthropogenic emissions of greenhouse gases (GHGs), with carbon dioxide (CO_2) being the most common. Among the various scientific concepts developed to understand and reduce these environmental impacts, the idea of the carbon footprint has become a key framework. It functions not only as a measure for quantifying emissions but also as a tool for guiding decisions, promoting environmental responsibility, and shaping climate policies at individual, corporate, and governmental levels. Carbon footprint

describes the total greenhouse gases released directly and indirectly by a person, organisation, product, or process, measured in carbon dioxide equivalent units (CO_2-eq). This method allows different greenhouse gases like methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), and chlorofluorocarbons to be combined based on their global warming potential (GWP), giving a single value that shows their overall effect on the climate (Neubauer 2021).

The concept of the carbon footprint has a versatile range of applications. It can be utilised across different scales from the lifecycle of consumer goods to the yearly operations of multinational companies, from a household's energy use to a country's national greenhouse gas inventory.

Calculating a carbon footprint involves analysing both direct and indirect greenhouse gas emissions. Direct emissions, known as Scope 1, originate from sources owned or controlled by the organisation, such as emissions from fuel combustion in vehicles or industrial processes. Indirect emissions are categorised into Scope 2 and Scope 3. Scope 2 emissions result from electricity, natural gas, or water consumption. Meanwhile, Scope 3 covers all other indirect emissions across the entire value chain, including those from producing purchased goods and services, transportation and distribution, and waste disposal. Depending on the aim of the assessment and the data available, carbon footprint studies may include one or more of these scopes (Harriet Mackie 2024).

The methodology for carbon footprint analysis can vary in complexity and scope. However, it is conducted following established standards. The Greenhouse Gas Protocol, ISO 14064, and PAS 2050 are recognised organisational and product-level footprinting standards. Once the carbon footprint has been calculated, strategic targets for its reduction are established and implemented.

Various individual, institutional, and governmental strategies can be implemented to reduce the carbon footprint. These include the use of renewable energy sources such as solar, wind, and hydroelectric power; improving energy efficiency through building insulation; adopting LED lighting and low-energy consumption devices; promoting sustainable transportation methods such as public transit, cycling, and electric vehicles; and enhancing recycling and waste management through waste separation, reuse, and material recovery.

In this study, the electricity, natural gas, water consumption, and carbon emissions from waste at Samsun University Kavak Campus for 2024 were calculated monthly and analysed. Finally, recommendations were made to reduce the carbon footprint.

CONCEPTUAL FRAMEWORK and METHODOLOGY

An aerial view of Samsun University’s Kavak Campus, along with the number of individuals on campus, is presented in Fig. 1.

Fig. 1. The view of Samsun University's Kavak Campus.

The following five steps were used to determine the carbon footprint of Samsun University's Kavak Campus:

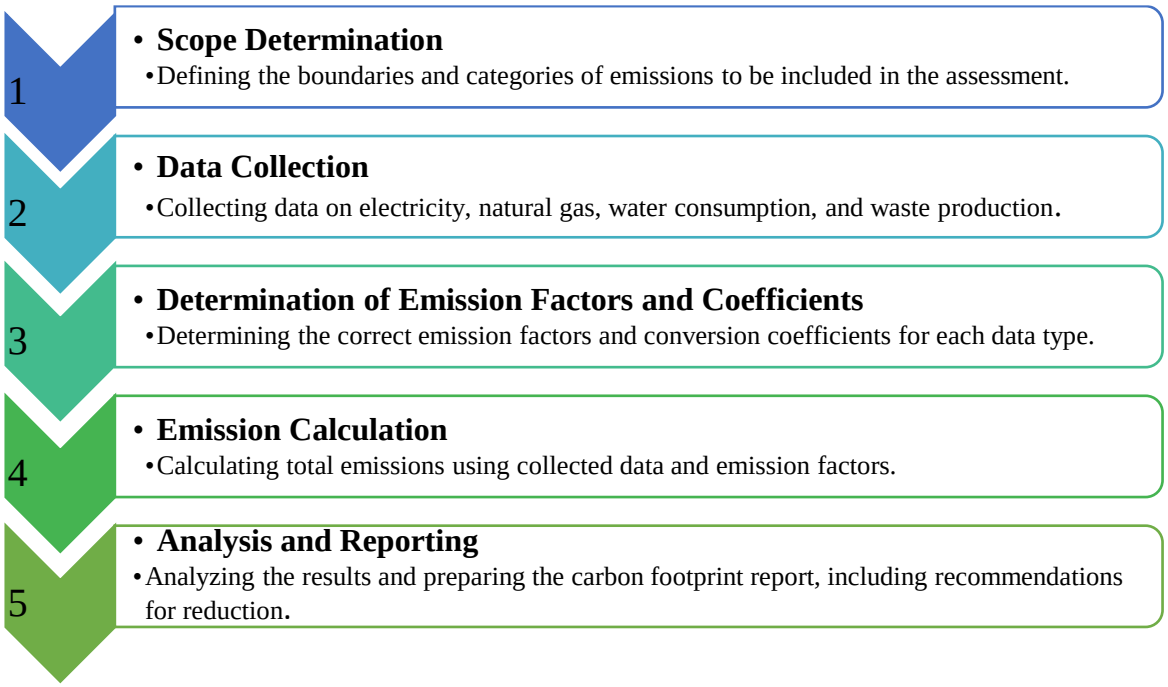


Fig. 2. Flowchart for calculating the carbon footprint.

Determining the CO_2e Emissions from Electricity Consumption

Electricity consumption on campus occurs in various areas, including lighting, heating and cooling systems, household appliances, and office equipment. The resources used for generating electricity, such as coal, natural gas, nuclear, or renewable sources, are a key factor in determining the carbon footprint. Energy production from fossil fuels results in much higher emissions compared to renewable sources. For example, producing 1 kWh of electricity in a coal-fired power plant produces approximately 0.95 kg of CO_2e, while the same amount generated by a hydroelectric power plant produces only about 0.01 kg of CO_2e. Therefore, emission factors vary depending on the energy sources used for electricity generation. While

fossil fuels result in high CO_2 emissions, renewable sources produce low or zero CO_2 emissions. In Türkiye, the distribution of electricity generation sources changes annually. In 2024, electricity production in Türkiye consisted of 35.2% coal, 18.9% natural gas, 21.5% hydroelectric, 10.5% wind, 7.5% solar, 3.2% geothermal, and 3.2% other sources (Republic of Türkiye Ministry of Energy and Natural Resources 2025). Based on these figures, the average emission factor for grid electricity in Türkiye has been calculated to be approximately 0.43 kg CO_2e/kWh (European Commission 2024). The following equation is utilised to calculate the CO_2e emissions from electricity consumption.

$$CO_2e^{electricity} = E_c \times E_f \quad (1)$$

Where E_c is the electricity consumption (kWh) and E_f is the emission factor (CO_2e/kWh).

Determining the* CO_2e *Emissions from Natural Gas Consumption

Natural gas on campus is used solely for heating buildings during the winter months. Burning natural gas releases CO_2 emissions directly into the atmosphere. When 1 m³ of natural gas is combusted, it generates about 9.5–10.5 kWh of energy. According to the IPCC, consuming 1 kWh of natural gas produces approximately 0.202 kg of CO_2e emissions. Since natural gas is measured in cubic meters (m³), the following conversion is applied to calculate the total emissions.

$$1\ m^3 \times 10\ kWh/m^3 \times 0.202\ kg\ CO_2e/kWh = 2.02\ kg\ CO_2e \quad (2)$$

The emission factor for natural gas is accepted as 2.02 kg CO_2e/m³ for Türkiye (EPA, 2025). Subsequently, Eq. 3 calculates the CO_2e emissions from natural gas consumption.

$$CO_2e^{natural\ gas} = NG_c \times E_f \quad (3)$$

Determining the* CO_2e *Emissions from Water Consumption

Water use is not typically associated with direct carbon emissions. However, the supply, treatment, distribution, and heating of water require energy, which in turn generates greenhouse gas emissions. The process of treating and delivering 1 m³ of water to households results in an average of 0.3–0.7 kg of CO_2e indirect emissions, depending on the country and the efficiency of the infrastructure (Water UK 2024). In this study, the emission factor for drinking water was taken as 0.3 kg CO_2e/m³, based on data from the Samsun Metropolitan Municipality. Eq. 4 calculates the CO_2e emissions from water consumption.

$$CO_2e^{water} = WT_c \times E_f \quad (4)$$

Determining the* CO_2e *Emissions from Waste Generation

To calculate the carbon emissions produced by waste, it is first necessary to classify the different types of waste generated. These waste categories include organic waste (such as food waste), recyclable waste (paper, plastic, glass, metal), hazardous waste (chemical or laboratory waste), and mixed household waste. Each waste type has a specific carbon emission factor, which varies depending on the disposal or processing method used (e.g., landfill, incineration, recycling, composting). For instance, the carbon emissions from organic waste differ based on how it is disposed of. If landfilling is used, an emission factor of 0.3 tons CO_2e per tonne of organic waste should be applied. Conversely, if composting is employed, where organic waste is broken down by microorganisms and returned to nature in a controlled manner, an emission factor of 0.03 tons CO_2e per tonne of organic waste should be used. The emission factor for recycled waste, such as paper, packaging materials, and metal waste, is taken as 0.01 tons CO_2e per ton (GHG Protocol 2024). Eq. 5 calculates the CO_2e emissions from waste generation.

$$CO_2e^{waste} = \sum W_g \times E_f \quad (5)$$

Where W_g waste produced (tonnes) and E_f is waste type and its treatment specific emission factor (kg CO_2e/tonne).

2. RESULTS and DISCUSSION

This section presents and discusses, through graphs, the carbon footprint results derived from the campus's natural gas, electricity, and water consumption and its waste production. Figure 3 depicts the monthly fluctuations in electricity consumption and the resulting emissions on campus for 2024. The graph shows that both electricity use and emissions vary throughout the year. The highest levels of consumption and emissions occur during the winter months of January and December, mainly due to increased electrical lighting caused by shorter daylight hours. Conversely, both consumption and emissions reach their lowest points in July and August, as energy use drops during summer vacation when educational activities are paused. A rise in consumption is then seen again in September, coinciding with the reopening of the institutes. This upward trend continues into October and November, reflecting the increasing energy demand as winter approaches. It should be emphasized that the pumps used to circulate hot water throughout the heating system also contribute to electricity consumption and emissions during the winter months. Overall, it is clear that seasonal variations and the academic calendar significantly influence the campus's carbon footprint from electricity use. To reduce this impact, various measures can be adopted, such as utilising energy-efficient electrical devices and lighting systems, raising awareness among individuals about conserving energy, and sourcing a large part of the campus's electricity from renewable sources, like installing rooftop solar panels.

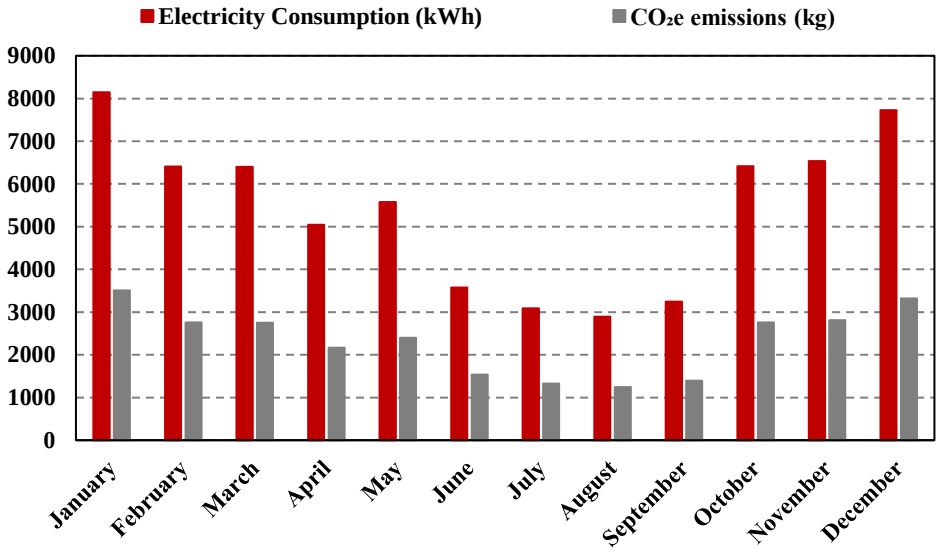


Fig. 3. Monthly electricity consumption and the corresponding emission amounts.

Figure 4 illustrates the campus's natural gas consumption and the resulting emission values by month. The data show that natural gas use and carbon emissions are particularly high in January, February, and March. This is because these months align with the winter season, when the campus's heating demands are met by natural gas. It was found that the carbon footprint peaks most notably in January. Natural gas use and the associated emissions decline significantly in April and May. From June to September, natural gas consumption and related emissions

approach zero, as there is no heating requirement during these months. Consumption resumes in October with the start of the heating period and rises again in November and December.

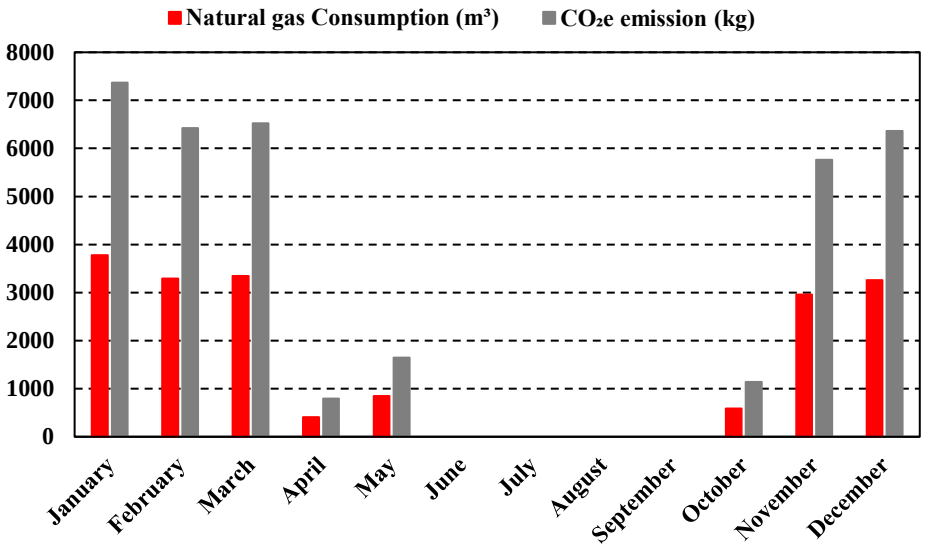


Fig.4. Monthly natural gas consumption and the corresponding emission amounts.

Overall, the campus's carbon footprint from natural gas use varies with seasonal heating demands, significantly increasing during the winter months. To reduce this footprint, measures such as adopting high-efficiency heating systems, enhancing building insulation, and replacing natural gas systems with alternatives like ground source heat pumps and solar collectors could be considered.

Figure 5 shows the monthly water consumption and the corresponding emission amounts. When Figure 5 is analysed, it shows that water consumption reached its peak for the year, around 90 m³ in March, and the associated emissions were also higher due to this rise. This increased usage may be linked to heightened campus activities during that month, such as cleaning and tree watering. Water consumption and its related carbon footprint were at their lowest points in February and September. The decline in February can be attributed to the mid-term break in the academic calendar, while the low values in September probably indicate that the new academic year had not yet commenced. A moderate rise in water consumption was also noticed during the summer months (June, July, and August).

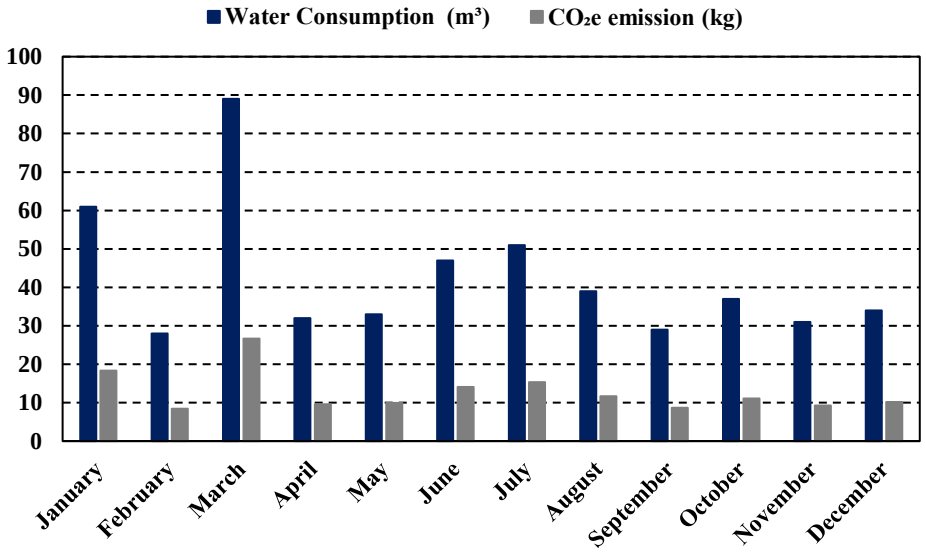


Fig.5. Monthly water consumption and the corresponding emission amounts.

Based on the calculations using the campus's 2024 waste management data, it was determined that a total of 1110 kilograms of greenhouse gas emissions were produced from waste. Of this total, 97.3% (1080 kilograms CO_2e) originated from organic waste, while 2.7% (30 kilograms CO_2e) came from packaging materials such as paper and cardboard. Overall, it was found that CO_2e emissions from waste were higher than those from water consumption but lower than emissions from electricity and natural gas use.

Figure 6 shows the CO_2e emissions with respect to campus activities in 2024. When examining this figure, it is evident that the total emission exceeded 10,000 kg CO_2e during the January–April period, reaching its highest point of the year in January. During this timeframe, carbon emissions from natural gas consumption (~7,500 kg CO_2e) were the main source due to heating needs. Emissions from electricity use averaged between 2,500 and 3,000 kg CO_2e. In comparison, emissions from water consumption remained very low relative to total CO_2e emissions, as was the case throughout the year. Between May and August, CO_2e emissions dropped to their lowest levels owing to the significant reduction in natural gas use. This decline is linked to the deactivation of heating systems on campus and lower occupancy levels resulting from the academic calendar. Conversely, the fact that electricity consumption remained relatively constant throughout the year suggests that certain electrical systems, such as computer servers, security systems, and lighting, operate continuously. In the October–December period, CO_2e emissions increased again with the renewed use of natural gas for heating, reaching the second peak of the year in December (~9,500 kg CO_2e). Emissions from electricity and water consumption, however, stayed stable towards the end of the year.

Considering the greenhouse gas emissions from natural gas, electricity, water, paper, and organic waste, the total CO_2e emissions for the campus in 2024 were calculated to be 65,260 kg CO_2e (approximately 65.5 metric tonnes). Of this total, about 55.2% came from natural gas consumption and 42.86% from electricity use. In contrast, organic waste contributed 1.65%, paper use made up 0.05%, and water consumption accounted for 0.24% of total emissions. This distribution clearly highlights the significant impact of the campus's energy consumption on its overall carbon footprint.

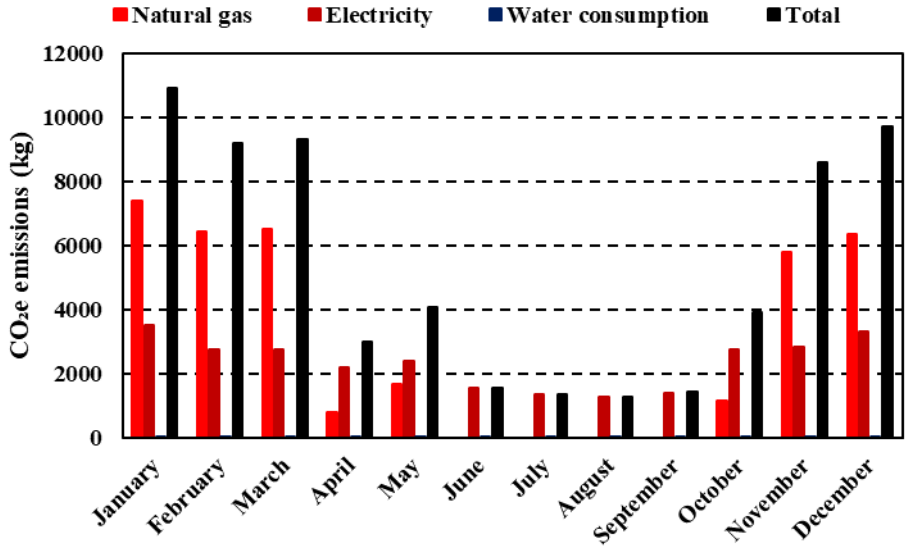


Fig.6. CO_2e emissions with respect to campus activities in 2024.

Figure 7 shows the monthly average CO_2e emissions by activity on campus. Electricity consumption, natural gas consumption, water consumption, and waste production resulted in an average monthly release of 3,002 kg, 2,331 kg, 12.8 kg, and 92.5 kg of CO_2e emissions, respectively. Although natural gas is used for heating only during certain months of the year, it generates, on average, 29% more CO_2 emissions per month than electricity consumption. The impact of water consumption on the overall carbon footprint is relatively low and does not play a decisive role in the total emission profile. However, this does not mean that water use is insignificant in terms of sustainability; the efficient use of water remains important both environmentally and economically. In conclusion, reducing natural gas consumption should be a top priority in strategic planning to lower the campus's carbon footprint. This should be followed by efforts to reduce electricity consumption through energy efficiency measures and the integration of renewable energy sources.

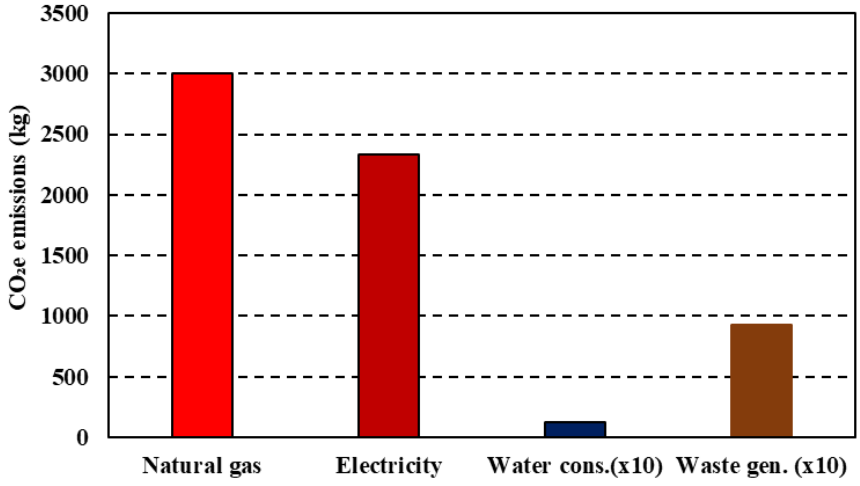


Fig. 7. Monthly average CO_2e emissions by activity.

Figure 8 shows the annual CO_2e emissions per person by activity on campus in 2024. According to these data, in 2024, 52.6 kg, 40.8 kg, 0.2 kg, and 1.6 kg of CO_2e emissions were released per

person on campus for natural gas consumption, electricity consumption, water consumption, and waste production, respectively.

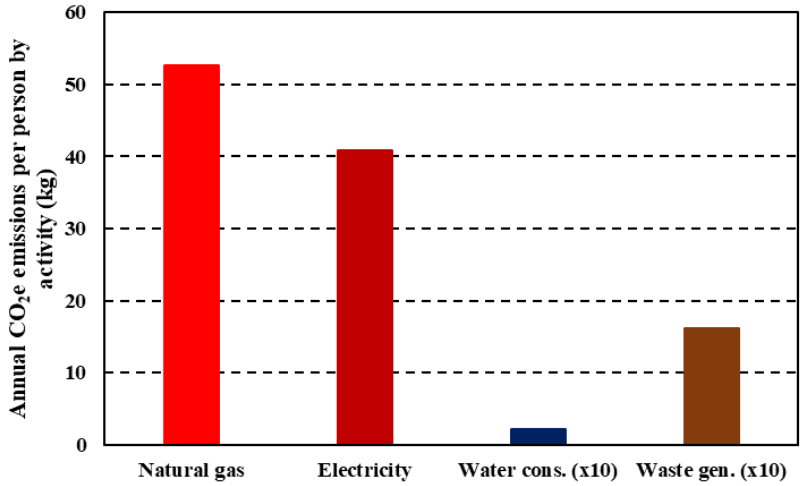


Fig. 8. Annual CO_2e emissions per person by activity.

CONCLUSION

This study used 2024 data to calculate the CO_2e emissions from energy consumption, water use, and waste generation at Samsun University's Kavak Campus and to analyse the sources of these emissions. The total CO_2e emissions for the campus in 2024 were calculated to be 65,260 kg CO_2e (approximately 65.5 metric tonnes). Of this total, about 55.2% came from natural gas consumption and 42.86% from electricity use. In contrast, waste generation contributed 1.70%, and water consumption accounted for just 0.24% of total emissions. This distribution clearly highlights the dominant impact of energy consumption on the campus's overall carbon footprint. Notably, fossil fuel-based energy use (natural gas and electricity combined) made up 98.06% of total emissions. Despite being used only during the heating season, natural gas alone contributed to more than half of all emissions. This finding underscores the crucial need for transitioning from fossil fuels to renewable energy sources to significantly cut campus emissions.

To reduce CO_2e emissions from energy use, steps should be taken to gradually supply the campus's energy needs from renewable sources, such as solar power. Additional measures include enhancing the thermal insulation of buildings, adopting energy-efficient devices (for heating, cooling, and lighting), installing ground-source heat pumps for heating and cooling, and implementing sensor-supported automation systems for lighting and temperature control. Although the impact of waste generation and water consumption on total CO_2e emissions is relatively small, improvements in these areas are also necessary as part of a broader sustainability strategy.

REFERENCES

Abbass, Kashif, Muhammad Zeeshan Qasim, Huaming Song, Muntasir Murshed, Haider Mahmood, and Ijaz Younis. 2022. "A Review of the Global Climate Change Impacts, Adaptation, and Sustainable Mitigation Measures." *Environmental Science and Pollution Research* 29(28):42539–59. doi: 10.1007/s11356-022-19718-6.

EPA. 2025. “GHG Emission Factors Hub.” Retrieved (https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub).

European Commission. 2024. “GHG Emission Factors for Electricity Consumption.” Retrieved (https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/919df040-0252-4e4e-ad82-c054896e1641).

GHG Protocol. 2024. “Waste Generated in Operations.” Retrieved (chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/Ch5_GHGP_Tech.pdf).

Harriet Mackie. 2024. “How to Calculate the Carbon Footprint of a Company.” Retrieved (https://gaiacompany.io/how-to-calculate-the-carbon-footprint-of-a-company/).

Neubauer, Scott C. 2021. “Global Warming Potential Is Not an Ecosystem Property.” *Ecosystems* 24(8):2079–89. doi: 10.1007/s10021-021-00631-x.

Republic of Türkiye Ministry of Energy and Natural Resources, Republic of Türkiye Ministry of Energy and Natural Resources. 2025. “Elektrik.” Retrieved (https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik#:~:text=2024 yılında elektrik üretimimizin%2C 5,si diğer kaynaklardan elde edilmiştir.).

Water UK. 2024. “Water UK Annual Emissions Report 2021.” Retrieved (https://www.water.org.uk/news-views-publications/publications/water-uk-annual-emissions-report-2021).

LAND VEHICLE FIRES in TÜRKİYE: PRIMARY CAUSES AND PREVENTIVE MEASURES

Ahmet Eren İSSİSU

Samsun University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Ballica Campus, 55420, Samsun, Türkiye

ORCID ID: 0009-0009-6042-4095

Abdülvahap ÇAKMAK

Samsun University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Ballica Campus, 55420, Samsun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-1434-6697

ABSTRACT

Vehicle fires pose a growing safety concern in urban transportation, often resulting in significant loss of life, property damage, and traffic disruption. This study presents a comprehensive investigation into the underlying causes of land vehicle fires in Türkiye and proposes engineering-focused solutions to mitigate these risks. By utilising fire incident data from the fire departments of Türkiye's three largest cities, İstanbul, Ankara, and İzmir, along with national vehicle statistics, the study identifies key factors contributing to fire outbreaks in motor vehicles. The findings reveal that electrical system malfunctions are the most common cause of vehicle fires, often stemming from unauthorised modifications, system overloads, and the use of substandard materials. Other major contributors include fuel and oil leaks in the engine compartment, overheated brake systems, and general mechanical failures. The situation is further exacerbated by the country's ageing vehicle fleet and widespread neglect of routine maintenance due to economic constraints. Statistical analysis also indicates a correlation between fire frequency and city population density, vehicle density, and traffic patterns. The study emphasises the importance of preventive strategies such as stricter inspection protocols, improved manufacturing standards, the integration of fire-resistant materials in vehicle design, and the inclusion of fire suppression systems, especially in public transport vehicles. Public awareness campaigns and regulatory reforms are also proposed to address risky user behaviours and promote a fire safety culture.

Overall, this research highlights the need for coordinated technical, regulatory, and educational efforts to enhance vehicle fire safety and reduce the incidence and consequences of land vehicle fires in Türkiye.

Keywords: Car fire, Electrical failure, Fuel leakage, Maintenance, Safety, Vehicle.

INTRODUCTION

Road transport is one of the most widely used and generally regarded as safe among both private and public transportation methods (Das et al. 2021). However, fire safety is just as critical as traffic safety (Csápaiová 2021). With the global rise in the number of motor vehicles, there has been a significant increase in vehicle fire incidents. It is estimated that approximately 10% to

20% of all fires worldwide occur in motor vehicles, leading to substantial material losses, death, injury, and psychological trauma (Khodadadizadeh et al. 2019).

The majority of fatalities and injuries resulting from vehicle fires are caused by direct exposure to flames and the inhalation of toxic gases released during combustion. These harmful effects primarily arise from the inhalation or dermal absorption of asphyxiating or toxic gases such as carbon monoxide, hydrogen sulphide, hydrogen cyanide, and nitrogen dioxide (Zhang 2023). Moreover, prolonged exposure to high temperatures significantly contributes to the severity of injuries and fatalities. Consequently, fire safety in vehicles should not be regarded solely as a technical concern but also as a critical issue of public health and social security.

Motor vehicles are powered by internal combustion engines and are equipped with fuel tanks containing highly flammable and potentially explosive fuels such as gasoline, diesel, liquefied petroleum gas (LPG), biofuels, or hydrogen. Due to their substantial fire load and heightened flammability, these components represent high-risk zones, creating conditions favourable to the rapid spread or violent development of fires. As with all fire incidents, three essential elements must be present for ignition to occur: a flammable substance, oxygen, and a sufficient heat source. In the context of vehicles, both oxygen and flammable materials are inherently present within the system's design and operation. Furthermore, significant heat sources exist in vehicles, including electrical malfunctions, excessive engine heat, high-temperature exhaust gases, heat accumulation in headlights and brakes, and sparks generated by collisions or friction. The combination of these factors in cars increases the risk of car fires.

Due to the lack of standardized and widespread reporting practices, statistical data on vehicle fires remain limited in many regions. Nevertheless, data from certain countries are available in the existing literature. For instance, fire departments in the United States responded to an estimated annual average of 215,096 vehicle fires between 2018 and 2022. These incidents accounted for approximately 16% of the 1.4 million total fire responses during that period. Vehicle fires were responsible for 17% of all civilian fire-related fatalities, 10% of all civilian fire-related injuries, and resulted in an estimated $2.8 billion in direct property damage annually, representing 15% of the total fire-related property losses (National Fire Protection Association 2024). In the United Kingdom, approximately 100,000 car fires occur each year. In Germany, the annual number of vehicle fires ranges between 35,000 and 40,000 (Honestjohn 2024).

The primary objective of this study is to investigate the technical, structural, and user-related factors contributing to fires in land vehicles and to propose effective preventive measures. The increasing number of vehicles has led to a corresponding rise in vehicle fire incidents, posing significant risks to both human safety and economic assets. This research adopts a holistic approach to assess fire hazards originating from various sources, particularly the engine compartment, electrical systems, material selection, and external influences. Within this framework, technical failures, maintenance deficiencies, and user-related errors that may trigger fires are examined through the review of literature and official reports. Current practices in Türkiye are evaluated with reference to national fire statistics. The findings aim to contribute to the development of improved fire safety practices in land transportation systems.

CONCEPTUAL FRAMEWORK and METHODOLOGY

This study investigates the causes of vehicle fires in Türkiye and proposes practical solutions to mitigate fire risks. In Türkiye, there is a notable lack of a comprehensive national system for collecting, analyzing, and evaluating fire statistics. However, in major cities with high population and traffic density, particularly Istanbul, Ankara, and İzmir, fire data are regularly

recorded by the Municipality Fire Department. Accordingly, this study analyzed fire statistics obtained from the Fire Departments of Türkiye's three largest metropolitan municipalities.

As electric vehicle (EV) fires are less frequent than those involving fuel-powered vehicles (Notably, less than 1% of all reported car fires involve electric vehicles (Honestjohn 2024)), and because the primary causes and precautions necessary to prevent them differ from those in conventional cars, EV fires fall outside the scope of this study.

As of May 2025, the total number of land vehicles registered in Türkiye reached 32,182,121. As seen in Figure 1, 51.8% are automobiles, 20.4% motorcycles, 14.9% pickup trucks, 7.1% tractors, 3.2% trucks, 1.6% minibuses, 0.7% buses, and 0.3% special-purpose vehicles. A significant portion of vehicles, such as trucks, pickup trucks, minibuses, buses, and tractors, are diesel-fueled (TÜİK 2025b). Moreover, among the 16,667,473 registered automobiles in 2025, 33.5% run on diesel, 31.2% on LPG, 30.6% on gasoline, 3.1% are hybrid vehicles, and 1.5% are electric. The proportion of automobiles with an unknown fuel type is 0.2%. Diesel-powered cars are safer than gasoline and LPG-fueled cars due to diesel fuel's high flash point temperature in terms of car fire and explosion.

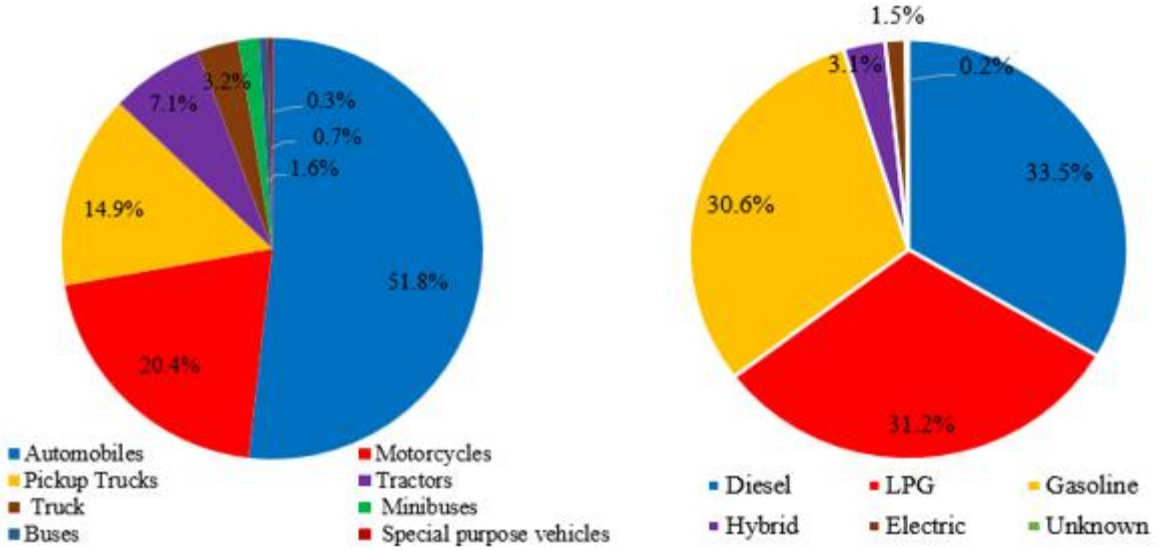
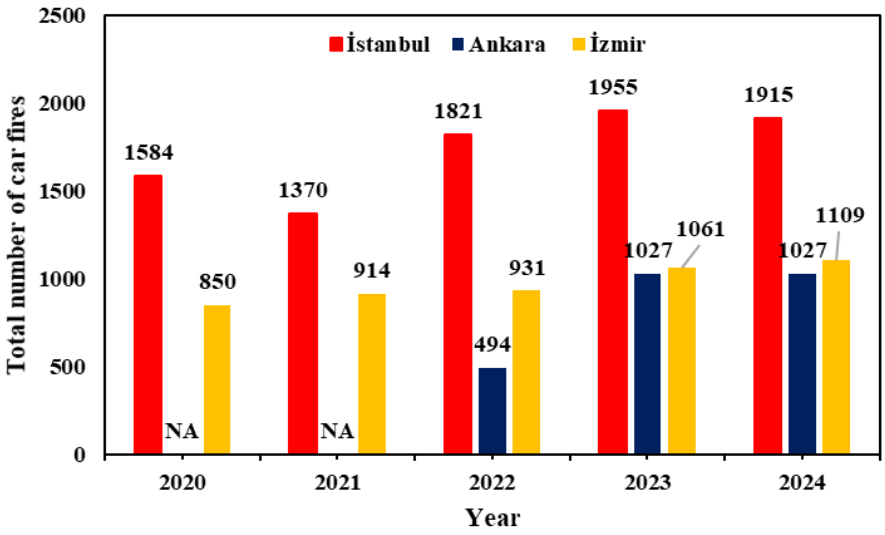


Figure 1. Left pie chart: Shows the distribution of different vehicle types registered in Türkiye as of May 2025. Right pie chart: Illustrates the distribution of fuel types used by automobiles in the country during the same period (TÜİK 2025b).

Figure 2 presents the total number of car fires in İstanbul, Ankara, and İzmir between 2020 and 2024. According to the data, İstanbul reports the highest number of car fires, followed by İzmir. This trend suggests a correlation between the incidence of car fires and factors such as population size and vehicle density in each city.



NA: not available

Figure 2. Total number of car fires in İstanbul, Ankara, and İzmir from 2020 to 2024 (Ankara Metropolitan Municipality, 2024; İstanbul Metropolitan Municipality, 2025; İzmir Metropolitan Municipality 2025).

DISCUSSION

Based on the statistical data obtained, the proportional distribution of car fire causes in Ankara for 2024 is calculated and presented in Figure 3. The figure indicates that the primary cause of car fires is electrical system malfunction or electrical heating, accounting for 47% of the cases.

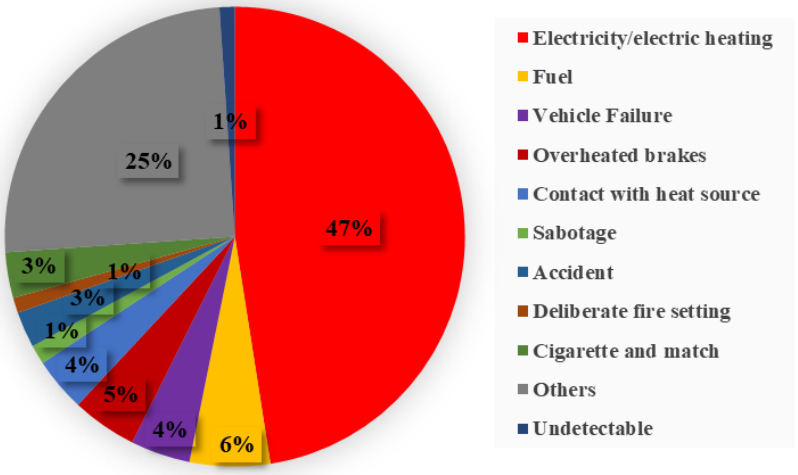


Figure 3. Proportional distribution of car fire causes in Ankara in 2024 (Ankara Metropolitan Municipality 2024).

All systems in vehicles are directly or indirectly connected to the electrical system. Components such as the alternator, battery, ignition system, lighting, displays, safety and control units, comfort and air conditioning systems, entertainment devices, and fuel management systems all rely on electrical connections to function correctly. In modern vehicles, the risk of fire originating from electrical components is significantly reduced through advanced technical

designs, the use of junction boxes, and fire-resistant materials. However, unauthorised modifications or repairs to the vehicle's electrical system, along with the use of substandard and non-compliant materials, remain leading causes of electrical fires in vehicles. In Türkiye, after-sales installations of entertainment systems and hot water machines are commonly performed on passenger buses to support catering services. To reduce costs, these installations often involve the use of poor-quality and substandard materials and are frequently carried out by unauthorised personnel. When multiple entertainment systems, typically installed at each passenger seat, are activated simultaneously, a high current load is generated in the system. Due to undersized cables or inadequate insulation materials, this can lead to faults such as leakage currents and short circuits, significantly increasing the risk of fire.

Fires originating in the engine compartment due to the leakage of flammable liquids, such as fuel and lubricating oil, are among the primary causes of vehicle fires. The fire risk significantly increases when such leaks occur in areas with high surface temperatures. The exhaust manifold, typically operating within a temperature range of 200–800 °C, represents the hottest surface in the engine compartment. As illustrated in Table 1, if flammable liquids with low flash points come into contact with these hot surfaces for any reason, the likelihood of ignition becomes considerable. In addition, contact of these flammable liquids with sparks generated by friction or electric arcs may ignite a fire. Therefore, the engine compartment is the most likely area for a vehicle fire to originate, primarily due to fuel and flammable liquid leaks. Figure 4 shows a car fire started in the engine compartment. During a vehicle fire, the radiator cooling fan in the engine compartment may continue to function for some time, exacerbating the fire and allowing it to spread more quickly (Polat 2019). Additionally, high surface temperatures can develop on brake discs during braking, and in the event of a hydraulic oil leak, this heat may trigger a fire. Furthermore, excessive friction can cause brake discs to reach ember-like conditions, which may ignite the vehicle's tires and lead to fire.

As seen in Figure 3, fuel and liquid issues were the third most common cause of vehicle fires in Ankara in 2024. In Türkiye, rising fuel prices have led many commercial vehicle operators to choose non-standard and low-quality fuel alternatives. One such example is a mineral-based lubricant popularly known as "Number 10 oil," which was used as a substitute for diesel fuel for a while. Users commonly mixed this oil with thinner, a very low flash point substance (<24 ℃), to reduce its high viscosity. This practice became widespread but posed a significant fire hazard. The low flash point of the thinner contributed to a surge in vehicle fires among vehicles using Number 10 oil. This alternative fuel, often favored by passenger transport companies, resulted in substantial material losses and, in some cases, fatalities. In response, regulatory actions have since been implemented, significantly limiting the use of such alternative fuels.

Table 1. Flash point temperatures of fuels and liquids typically present in the engine compartment.

Fuel	Gasoline	Diesel	LPG	CNG	Brake fluid	Ethylene Glycol	Compressor Oil
Flash point, ℃	-35	55	-104	-185	80-250	115	140-260

As shown in Figure 3, vehicle malfunctions account for 4% of all vehicle fires. As the average vehicle age increases, the likelihood of system failures also rises, which in turn elevates the risk of vehicle fires. By the end of 2024, the total number of registered motor land vehicles in Türkiye reached 31,301,389, with an average vehicle age of 14.3 years. The average age is 14.2 years for automobiles, 16.0 for minibuses, 16.2 for buses, 13.9 for pickup trucks, 18.1 for trucks, 10.2 for motorcycles, 15.3 for special purpose vehicles, and 24.5 for tractors (TÜİK 2025a).

Due to the high costs of spare parts and labour in Türkiye, periodic and general maintenance, especially for older vehicles, is often neglected, increasing the risk of vehicle fires caused by mechanical/electrical failures.

Figure 4. A car fire started in the engine compartment (Honestjohn 2024).

Figure 5 illustrates the distribution of vehicle fire incidents that occurred in Izmir in 2024, categorised by the time of day. The graph indicates that most vehicle fires took place between 12:00 and 17:59, a period characterised by heavy traffic and high outdoor temperatures. During peak traffic hours, vehicles often operate under greater loads, and the frequent stop-and-go nature of urban driving results in elevated engine and brake temperatures. Under such conditions, any leakage of flammable liquids or gases is more likely to come into contact with hot surfaces, thereby increasing the risk of fire. Furthermore, the higher rate of traffic accidents during this time contributes to a rise in accident-related vehicle fires.

Mandatory vehicle inspection is a periodic check conducted to determine whether vehicles on the road comply with safety and environmental standards. In Türkiye, vehicle inspection processes are conducted under the coordination of the Ministry in cooperation with the public and private sectors. As of today, there are 312 vehicle inspection stations across the country. In Türkiye, vehicle inspections are carried out every two years for automobiles and annually for commercial vehicles. However, some vehicle owners avoid these inspections due to the high associated fees. Between January and June 2024, a total of 5,402,381 vehicles were inspected at these stations. Of these, 3,789,423 vehicles were found to have minor defects, 1,442,990 had major defects, 71,937 were deemed unsafe, and only 98,031 were classified as fault-free. Additionally, the latest data indicate that there are 1,107,062 uninspected vehicles currently on the road in Türkiye. This means that approximately one in every three vehicles is uninspected, posing a serious risk in terms of both traffic accidents and vehicle fires. To address this issue and help reduce the risk of vehicle fires, potential solutions include lowering inspection fees, shortening inspection intervals, and expanding the scope of inspection criteria.

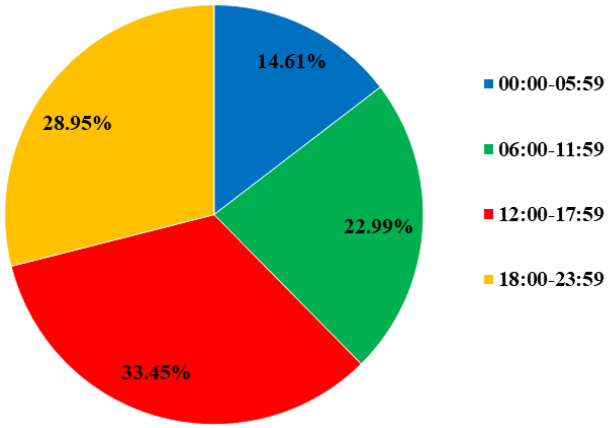


Figure 5. Proportional distribution of car fires by time of occurrence in İzmir in 2024 (İzmir Metropolitan Municipality 2025).

In Türkiye, most vehicle fires, despite their increasing frequency in recent years, are extinguished during the initial stages (Yıldız and Köse 2020). Therefore, it is crucial to implement preventive measures starting at the manufacturing stage to minimize the risk of ignition and fire propagation in vehicles. These measures should include public education and awareness initiatives on fire response, the mandatory use of fire-resistant materials in vehicle production through regulatory frameworks, and the integration of both active and passive fire suppression systems, particularly in public transportation vehicles. Additionally, increasing the number of fire stations along high-traffic routes would enhance rapid intervention capabilities and further reduce the consequences of vehicle fires.

CONCLUSION

This study provides a comprehensive examination of the primary causes and characteristics of land vehicle fires in Türkiye, utilising fire incident data from major metropolitan areas alongside a thorough review of technical literature. The findings clearly indicate that electrical system malfunctions are the leading cause of vehicle fires, often exacerbated by unauthorised modifications and the use of substandard components. Other significant contributors include flammable liquid leaks, particularly in the engine compartment, and overheated brake systems.

Statistical correlations reveal that the frequency of vehicle fires escalates with city population and vehicle density, underscoring the necessity for urban-specific fire safety strategies. The average age of Türkiye's vehicle fleet (over 14 years) and the prevalence of neglected maintenance practices further heighten the risk of fires due to mechanical and electrical degradation.

In response to these risks, the study proposes a multifaceted strategy that includes:

- Stricter regulations and oversight for vehicle modifications and fuel alternatives.
- Public awareness campaigns to educate users about fire risks and safe practices.
- Enhanced vehicle inspection policies, incorporating more frequent and comprehensive checks.
- Design improvements in vehicles, such as the use of fire-resistant materials and built-in suppression systems.

- Expanded fire infrastructure, particularly in high-traffic corridors.
- And targeted safety interventions for public transport vehicles, which are especially vulnerable due to high passenger density and complex electrical systems.

By addressing both technical and behavioural factors, and by implementing proactive regulatory and educational measures, Türkiye can significantly reduce the incidence and severity of vehicle fires, thereby enhancing public safety and minimising economic losses.

REFERENCES

Ankara Metropolitan Municipality. 2024. "2024 Period Fire Statistics." Retrieved (https://www.ankara.bel.tr/ankara-itfaiyesi/istatistikler/2024-yili-istatistik-raporlari).

Csápaiová, Nikoleta. 2021. "The Impact of Vehicle Fires on Road Safety." *Transportation Research Procedia* 55:1704–11. doi: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.162.

Das, Sanhita, Alice Boruah, Arunabha Banerjee, Rahul Raoniar, Suresh Nama, and Akhilesh Kumar Maurya. 2021. "Impact of COVID-19: A Radical Modal Shift from Public to Private Transport Mode." *Transport Policy* 109:1–11. doi: https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.05.005.

Honestjohn. 2024. "The Latest Car Fire Statistics." Retrieved (https://www.honestjohn.co.uk/the-latest-car-fire-statistics/).

İstanbul Metropolitan Municipality 2025). 2025. "Istanbul Fire Department 2020-2024 Period Detailed Statistics Booklet." Retrieved (https://itfaiye.ibb.gov.tr/tr/istatistikler.html).

İzmir Metropolitan Municipality, İzmir Fire Department. 2025. "İstatistik." Retrieved (https://itfaiye.izmir.bel.tr/tr/istatislik/7/9).

Khodadadizadeh, Ali, Katayoun Jahangiri, Davoud Khorasani-Zavareh, and Reza Vazirinejad. 2019. "Epidemiology of Vehicle Fire Fatalities of Road Traffic Injuries in Kerman Province, Iran: A Cross-Sectional Study." *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* 7(12):2036–43. doi: 10.3889/oamjms.2019.483.

National Fire Protection Association, (NFPA). 2024. "Vehicle Fires." *Office* (10):1–19. Retrieved (https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/vehicle-fires).

Polat, Seyfi. 2019. "Causes of Bus Fires and Prevention Methods." Retrieved (https://omd.org.tr/teknik-yazilar/otobus-yanginlarinin-sebepleri-ve-onleme-yontemleri/).

TÜİK. 2025a. "Motorlu Kara Taşıtları, Aralık 2024." Retrieved (https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2024-53463#:~:text=Türkiye'de 2024 yılı sonu,yaş 14%2C3 olarak hesaplandı.).

TÜİK. 2025b. "TÜİK." *Motorlu Kara Taşıtları*. Retrieved (https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Mayis-2025-54041&dil=1).

Yıldız, Zehra, and Ercan Köse. 2020. "Motorlu Araç Yangınları Üzerine Bir Inceleme." *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (19):119–26.

Zhang, Chenting. 2023. "Review of Structural Fire Hazards, Challenges, and Prevention Strategies." *Fire* 6(4). doi: 10.3390/fire6040137.

THE ROLES OF PREVENTIVE AND CURATIVE HEALTH CARE IN ECONOMIC DEVELOPMENT

Anna PIROGOVA

Istanbul Teknik Üniversitesi, İktisat Bölümü, İktisat Yüksek Lisans Programı

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4789-7607

ABSTRACT

Health expenditures are a key driver of economic development, yet the distinct roles of curative and preventive spending remain underexplored. This study investigates the effects of curative and preventive health expenditures on economic growth in OECD countries.

Using balanced panel data from 29 OECD countries covering the period 1998–2021, we estimate fixed effects regression models with country and year effects to examine the relationship between per capita income and curative and preventive health expenditures. Squared terms are included to capture potential nonlinearities, and the models control for key demographic and economic variables. To address potential endogeneity, we also estimate models using lagged values of the variables of interest and control variables. Additionally, we explore two extensions of fixed effects models: one by income group and another that interacts with curative spending and education expenditure.

Curative health expenditure exhibits a statistically significant U-shaped relationship with real GDP per capita, becoming growth-enhancing above a threshold (2.87% of GDP). Preventive expenditure does not show a statistically significant effect. The model extensions reveal that curative spending has stronger growth effects in higher-income countries and in contexts with greater investment in education.

The findings also suggest that the impact of health spending on growth depends on the broader economic and institutional context. Evidence from the thesis highlights that aligning curative expenditure with human capital investment is especially important in advanced economies. These insights support more targeted health financing strategies.

Results: Findings suggest that the growth impact of health spending depends on economic and institutional context. Evidence from the thesis indicates that aligning curative expenditure with human capital investment is especially important in advanced economies. These insights support more targeted health financing strategies in both OECD and emerging contexts.

Keywords: Curative Health Expenditure, Preventive Health Expenditure, Economic Growth, Economic Performance, OECD, Fixed Effects, Human Capital

INTRODUCTION

Health plays an important role in the economy, both as a fundamental component of individual well-being and as a factor that influences long-term economic growth. Improvements in population health can raise productivity, extend working lives, and reduce the economic costs of illness. These ideas are not new: early work by Mushkin (1962) and Becker (1964) introduced the notion of health as part of human capital, while Grossman's (1972) model formalized how individuals invest in their health stock over time.

What is less often emphasized in policy and empirical work is that not all health spending serves the same function. In this thesis, we distinguish between curative spending, which targets existing diseases, and preventive spending, which aims to reduce the likelihood of future health problems. These two types of expenditure operate through different mechanisms and may therefore have different effects on economic outcomes.

Despite growing interest in the economics of health, much of the existing literature does not differentiate health expenditure by type. As a result, we know relatively little about the specific contributions of curative and preventive spending to growth. When we consider trends such as rising healthcare costs, aging societies, and tightening public budget constraints, optimizing healthcare expenses is one way to contribute to sustainable growth (Prince et al., 2015; Wang, 2018).

Some recent studies suggest that both types of health expenditure may follow nonlinear patterns in their effects, in other words showing gains at low levels but diminishing returns beyond a certain point (Wang, 2016; Wang & Wang, 2021). Others have found that these effects may depend on a country's income level or complementary factors, such as education, but this has not been systematically tested. Moreover, endogeneity remains a serious concern in most models, especially when attempting to assess causality.

In this study, we address these gaps by investigating the separate and potentially nonlinear effects of curative and preventive health spending on economic growth, using panel data from 29 OECD countries between 1998 and 2021. The data were compiled from OECD Health Statistics and World Bank sources, resulting in a balanced panel of 648 observations. Our dataset includes variables such as real GDP per capita, curative and preventive health expenditures as a percentage of GDP, and various demographic and socioeconomic controls.

To estimate the relationship between health spending and economic performance, we use fixed effects regression models with both country and year effects. This approach accounts for unobserved heterogeneity and global shocks. We also introduce one-period lagged specifications in order to account for possible endogeneity. Additionally, we provide two extensions of the model, which decompose the effects by income levels and include an interaction term with education spending.

Our research questions are:

- What are the separate effects of curative and preventive health spending on the real GDP per capita?
- Do these effects exhibit nonlinear or threshold-based behavior?
- How do these effects vary across countries with different income levels?
- Does the impact of curative health spending depend on a country's level of education investment?

From these questions, we propose the following hypotheses:

- H1: Curative health spending is expected to have a stronger and more direct impact on the real GDP per capita than preventive spending.
- H2: The relationship between health spending and real GDP per capita is nonlinear, involving threshold effects.
- H3: The positive effect of health spending on real GDP per capita is stronger in higher-income countries.

- H4: Greater education investment strengthens the positive effects of curative health spending.

Our findings indicate that curative expenditure exhibits a statistically significant U-shaped relationship with GDP per capita, with a turning point of approximately 2.87% of GDP. In contrast, for preventive health spending, we do not observe a consistent significant effect on economic performance, likely due to low variation and issues with data quality. Extensions show that curative spending is more effective in higher-income countries, and a high level of education spending complements curative spending.

LITERATURE REVIEW

Health is widely recognized not only as an important element of individual well-being but also as a determinant and driver for economic development. In modern literature, health expenditures are considered to be a form of "health human capital investment". Investing in "health human capital" is associated with increasing the number and quality of the workforce, reducing time lost due to sickness, and therefore promoting higher economic performance in the long run.

However, as we mentioned earlier, we cannot view healthcare as a homogeneous concept. While empirical research has established a positive relationship between total healthcare expenditure and economic growth, the separate roles of preventive and curative healthcare spending in economic performance have received relatively less attention. This distinction is particularly relevant for high-income economies, which have achieved longer life expectancy, but whose ageing population is struggling with chronic diseases that incur high societal costs (Prince et al., 2015). We may note that this tendency has intensified the debates on optimal allocation of scarce healthcare resources.

In this context, OECD countries can be an important group for this study. On the one hand, that group of countries has relatively well-developed healthcare systems, with high curative healthcare spending, ranging from 3.5% to 6.5% of GDP (OECD data, author's calculations). On the other hand, preventive healthcare allocation remains at a low level, within a 2-4% band of total healthcare spending for most OECD countries (Gmeinder et al., 2017), despite emerging evidence of the cost-effectiveness of preventive strategies.

Recent research explores the potential of preventive healthcare as a driver for economic development. There are several which argue that spending on prevention may have non-linear effects on the economic growth. Until the optimal level there are increasing returns, and after passing a certain point, the returns decline. Moreover, as societies age and healthcare costs escalate, the strategic role of prevention in reducing the future burden on curative services becomes more prominent.

This literature review aims to provide a structured overview of the existing theoretical and empirical research on the relationship between healthcare expenditure — particularly its preventive and curative components — and economic growth. Special attention is given to studies focused on OECD countries, as well as research utilizing panel data methodologies similar to those applied in this thesis.

The literature review will have the following outline. The next section focuses on the theoretical background, describing the role of health economic growth and introducing the concepts of "health human capital" and "health as an investment." The subsequent sections present empirical findings from the literature on total, curative, and preventive healthcare spending.

After that, the discussion of the methodological approaches follows. The final section compares our thesis to the previous literature.

Theoretical background: health, human capital, and economic performance

We can define economic growth as a process when there is an increase in economy's productive capacity. Conventionally, it is measured by the increase in real GDP. In neoclassical economic theory, economic growth is based on three factors: the capital stock, the labor stock, and productivity. Productivity depends on technological progress and is given as exogenous. However, in the latter studies, researchers introduced a function to explain technological progress induced by investment in human capital, which was initially formulated by Gary Becker in 1964.

Becker's formulation of a theory of human capital formation states that investing in human capital increases an individual's productivity. Becker indicated health as one of the components of the human capital stock; however, the latter focus was mainly on education. In this sense, it is also worth mentioning Mushkin's work (1962), in which he first explicitly introduced health as a form of human capital investment. In this paper, health is viewed not only as a consumption good but also as a productive factor, because healthier individuals work more efficiently and for longer periods, thereby affecting national output. This idea built the foundation for what later became known as the health-led growth hypothesis — the view that improvements in population health can stimulate economic growth through several mechanisms: higher labor productivity, increased labor force participation, and lower absenteeism due to illness.

The next important formulation was done by Michael Grossman (1972), who constructed a model for the demand for health capital itself. According to Grossman's model, the consumer initially owns a stock of health, and that stock depreciates over time. However, using investments such as medical care, diet, and exercise, the individual can maintain and increase the stock of health. The health stock produces the output of "healthy time," which is available for both labor market participation and leisure. To this day, Grossman's model stands as the main model for the demand for health.

While health expenditure in general is accepted as beneficial for economic performance, the debate on how to allocate resources between preventive and curative healthcare is frequently discussed in the literature. As we have discussed in the introduction, these two expenditure categories have distinct functions and different effects on the economy and cannot be replaced interchangeably. Let us define those notions.

According to the System of Health Accounts 2011, the aim of curative care is to relieve symptoms of illness or injury, to reduce the severity of it, or to protect against complications. Curative care consists of inpatient, outpatient, and day curative care. Under preventive care, we understand any measure that focuses on avoiding or reducing the number or the severity of injuries, diseases, and their complications. Preventive care, in turn, comprises information, education, and counseling programs, immunization programs, early disease detection programs, healthy condition monitoring programs, epidemiological surveillance, and risk and disease control programs, as well as disaster and emergency response programs (OECD et al., 2011).

There is an ongoing debate in the literature regarding preventive vs. curative healthcare, namely, which one is "better" and whether prevention is better than cure. Some researchers claim that preventive measures result in savings, while others point to limitations and notice controversy regarding the potential cost-effectiveness of preventive medicine compared to more "traditional" curative healthcare.

In that regard, let us first present some arguments, which are from a somewhat sceptical side. When considering the question of "Can preventive medicine save money?" supporters of the

sceptical side tend to reformulate the question and look from a new angle: “How can we measure the effectiveness of preventive medicine?”. While the efficiency of curative medicine is somewhat easier to assess (we can observe the result of the treatment directly), regarding the preventive interventions, the situation is far more complex, because often we need to observe “absences” that were prevented. For example, if preventive measures are successful, say, a specific disease of a certain population, which could have happened 10-20 years later, was prevented, it is very hard to definitely attribute it to the preventive measures that were taken. Over a long span, many factors may have affected the (non)appearance of the disease, and hence, the effect is hard to observe.

Moreover, proponents of that side are also concerned about whether generalizations can be made in the same manner as those in curative medicine. For instance, Russell (1986) expressed the idea that it is challenging to make generalizations about preventive interventions, moreover due to the context-sensitive nature of public health, firstly we should estimate economic benefits and cost-effectiveness potential of preventive measure on the individual level and in various settings and longer timeframes, before we can make general conclusions. Approximately 20 years later, Russell, in the presentation for the Economics of Prevention Workshop, concludes: decision makers have to make the decision based on the individual merit of the intervention rather than generalizations. Additionally, some reviews suggest that the effect of preventive measures is not uniform: some studies have shown that around 20% of preventive interventions reduce medical spending. Meaning that in some cases, preventive measures are indeed cost-saving; however, in some other cases, it is just adding to healthcare costs (Cohen et al., 2008).

The third argument relates to the general potential inefficiency of healthcare, underuse of services, including some specific prevention measures, and therefore, room for growth for the healthcare delivery (Cohen et al., 2008).

Keeping in mind certain limitations and potential issues of preventive medicine which are rightfully pointed out by critics, the author of this thesis suggests to shift the focus from comparing and contrasting the efficiency and/or cost-effectiveness of both medicines to rather integrative approach and focus on the question: “given limited resources what can be the best optimal allocation between curative and preventive medicine”? In other words, if we accept that both types of medical expenditures have the right to exist and benefit the health and hence the human capital, therefore economic prosperity, can we find such an allocation that will produce the desired effect?

The works of researcher Fuhmei Wang (2016, 2018, 2021) made significant contributions to this area. Wang’s research suggests that both types of spending have non-linear effects on economic performance: increasing returns at low levels of investment, but diminishing returns as spending rises beyond certain thresholds. Moreover, Wang’s models indicate that there is an optimal allocation of healthcare spending between prevention and cure that maximizes economic returns. Importantly, these models suggest that underinvestment in prevention — a common feature of many OECD healthcare systems — may result in missed opportunities to improve productivity and reduce long-term healthcare costs. At the same time, if there is an over-investment in prevention, going beyond the optimal level, gains are marginal. Even inefficiencies may arise, especially if preventive efforts detect minor health issues that do not significantly affect productivity.

Empirical evidence on healthcare expenditures and economic performance

Beylik et al. (2022) considered OECD countries' panel data and examined the association between health expenditure indicators and economic growth. The study found that increasing the health expenditure relative to GDP by 1% results in an increase in GDP of 0.09% and of 0.06% in the amount of per capita income.

Piabuo and Tieguhong (2017) focused on several African countries and observed 0.3-0.4 units increase in GDP for capita for those countries, who achieved the Abuja target (15% of government expenditure allocation to healthcare). Researchers also noted that there exists a long-run relationship between healthcare expenses and economic outcomes.

Baldacci et al. (2004) utilized a panel of 120 developing countries and found that healthcare expenditure had a significant positive effect on growth during a specific timeframe.

Atilgan et al. (2024) also provided empirical evidence from OECD countries that supports the health-led growth hypothesis. The authors also highlighted that countries possessing an efficient health financing system may realize larger growth from health expenditure than others.

Hence, the literature shows that different samples of both developed and developing countries experienced a significant positive effect of healthcare expenditure on economic growth. This finding is consistent with the theory of health as human capital introduced earlier. However, higher levels of spending could yield only marginal gains or even inefficiencies, especially if preventive efforts detect minor health issues that do not significantly affect productivity.

In 2024 study F. Wang explores how prevention influences human capital loss from catastrophic disease, for example cancer, end-stage kidney disease and major psychiatric diseases for the case of Taiwan. The author emphasizes that these kinds of diseases not only impose a high financial burden on the healthcare system but also result in the loss of human capital. Fuhmei Wang concludes that investing in preventive services helps prevent those diseases at early stages, and therefore saves labor productivity and the lifetime employment duration (Wang et al., 2024).

In another study the research is focused on the role of prevention for aging societies especially for OECD countries. The authors show that prevention decreases the prevalence rate of illnesses leading to sustainable growth in productivity (Wang & Wang, 2021).

In the research by Maciosek et al. (2010), the authors concluded that increasing the use of preventive services to a 90 percent level would result in savings of approximately 0.2 percent of U.S. personal health care spending.

Wang and Wang (2021) note that there exists an optimal share of health expenditure on prevention to GDP, which is approximately 1.175%, maintaining a rate of illness prevalence at 6.13%. At the same time, excessive expenditure on preventive healthcare will result in detecting new, mild-severity chronic diseases, resulting in longer illness durations.

Hu and Wang (2024) have obtained fascinating results, finding that when household consumption is below a certain threshold, the effect of health expenditure is economic performance is negative; however, after passing the threshold, the effect turns significantly positive.

Let us compare our study with the literature. First of all, like Wang (2018), Atilgan et al. (2024), and Beylik et al. (2022), our focus is on OECD countries and we use the official OECD Health Statistics. Variables and macroeconomic controls are also similar to those established in previous literature. However, our study has some differences in terms of data structure; we aimed for a balanced panel from 1998 to 2021. Therefore, we selected only countries with a minimum of missing data and used imputation techniques to fill in a few missing observations. This contrasts with earlier studies, such as Wang (2018), which use unbalanced panels and shorter time periods.

Our study also has differences in methodology: this thesis uses FE panel regressions rather than Generalized Method of Moments (GMM) estimators. Additionally, we included square terms, similar to those in Wang (2018), and our research also includes a more extended analysis.

Firstly, we tested for heterogeneous effects by income. Secondly, we include interaction terms between curative health expenditure and public education spending, while in previous studies, education is typically treated as an additional control variable.

DATA AND METHODOLOGY

Data description and summary statistics

Data from 29 OECD countries were used; the panel datasets of dependent and explanatory variables were observed over the period from 1998 to 2021. These countries include: Australia, Austria, Belgium, Canada, Czechia, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Italy, Japan, Luxembourg, Mexico, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, South Korea, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom and the United States. The data is collected from OECD statistics and The Global Economy data provider, which compiles data from multiple sources, including The World Bank, The United Nations, and UNESCO.

Table 3.1 summarizes the descriptive statistics and shows the means, standard deviations, the minimum, and the maximum. According to the summary statistics, the study is based on a large range of values; therefore, the estimated samples are more comprehensive. Table 3.2 provides country-level summary statistics.

There is significant cross-country heterogeneity in all dimensions, which highlights the diversity of economic conditions and health system priorities among OECD members. The average real GDP per capita in 2010 USD is approximately $38,789.60, with a standard deviation of $21,778.28. In our sample, Luxembourg has the highest per capita real GDP (US$95,358.79), while Mexico has the lowest per capita GDP (US$9,247.33).

Health outcomes also vary widely. Life expectancy ranges from a low of 73.83 years (Mexico) to a high of 82.76 years (Japan), with an average of 79.49 years. The proportion of the population aged 65 and above — a key demographic determinant of healthcare demand — ranges from under 5% to nearly 30%, with a mean of 16.20%. We observe that curative healthcare expenditure averages 4.98% of GDP, with a wide range from 1.72% to 11.90%. The highest and lowest percentage of curative health expenditures are observed in the USA (10.2%) and Mexico, respectively (2.96%).

In contrast, preventive spending is much lower overall, with a sample average of just 0.26%, ranging from effectively 0% to a maximum of 1.27%. For preventive health expenditures, we observe that Canada’s share is the highest (0.59%), while Greece has the lowest (0.12%).

Table 3.1 : ***Summary Statistics.***

Variable	Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum
Real GDP per capita 2010 US dollars	38789.60	21778.28	5627.55	127117.10
Trade as percent of GDP (%)	90.94	56.64	18.13	393.14
Population size in millions	41.44	62.02	0.27	332.05
Population ages 65 and above percent of total (%)	16.20	3.78	4.78	29.79
Life expectancy in years	79.49	2.80	70.13	84.56
Public spending on education percent of GDP (%)	5.18	1.19	2.89	8.61
Savings as percent of GDP (%)	6.32	6.18	-15.71	27.92
Short term interest rate (%)	2.83	3.51	-0.80	27.10
Total health care as percent of GDP (%)	8.81	2.22	3.60	18.60
Curative health care as percent of GDP (%)	4.98	1.46	1.72	11.90
Preventive health care as percent of GDP (%)	0.26	0.15	0.00	1.27

Table 3.2 : Country-Level Summary Statistics.

Country	Real GDP per capita 2010 US dollars	Trade as percent of GDP (%)	Population size in millions	Population ages 65 and above percent of total (%)	Life expectancy in years	Public spending on education as a percentage of GDP (%)	Savings as percent of GDP (%)	Short-term interest rate (%)	Total health care as a percent of GDP (%)	Curative health care as percent of GDP (%)	Preventive health care as percent of GDP (%)
Australia	44839,19	41,91	21,97	13,89	81,37	5,13	5,54	3,88	8,77	5,89	0,19
Austria	41541,85	96,91	8,41	17,27	80,19	5,47	7,87	1,64	10,03	5,96	0,25
Belgium	39303,89	150,27	10,86	17,63	79,87	6,17	7,83	1,64	9,78	5,22	0,18
Canada	40119,55	67,89	33,94	14,56	80,8	4,93	5,64	2,33	10,05	4,87	0,6
Czechia	16455,45	125,83	10,41	16,13	77,05	4,2	3,59	2,68	6,99	3,85	0,2
Denmark	53681,48	95,12	5,55	16,93	79,02	7,73	9,41	1,89	9,63	5,61	0,26
Finland	41090,37	74,77	5,35	17,97	79,87	6,3	7,56	1,64	8,62	4,89	0,34
France	36742,06	56,96	64,51	17,82	81,12	5,53	5,98	1,64	10,8	5,72	0,25
Germany	38871,18	76,05	82,11	19,63	79,71	4,6	8,18	1,64	10,81	5,54	0,37
Greece	22142,35	60,2	10,89	19,37	79,99	3,8	-5,94	2,52	8,44	5,26	0,11
Hungary	12048,05	147,6	9,99	16,9	73,9	4,78	4,49	6,44	7,18	3,7	0,29
Iceland	56812,82	82,25	0,32	12,63	81,7	7,26	-0,5	7,62	8,7	5,1	0,23
Italy	32499,59	52,92	58,84	20,63	81,61	4,28	2,88	1,7	8,45	4,44	0,3
Japan	37671,62	28,8	127,27	23,5	82,76	3,38	4,72	0,24	9,1	5,49	0,26
Luxembourg	96735,18	306,89	0,52	14,09	80,35	4,22	13,09	1,64	5,98	3,43	0,13
Mexico	9990,65	60,97	111,74	6,28	73,83	4,65	3,68	8,71	5,28	2,82	0,18
Netherlands	46036,47	135,32	16,61	16	80,22	5,13	10,73	1,64	9,58	4,63	0,43
Norway	75433,68	69,85	4,89	15,68	80,89	7,1	19,78	3,19	9,06	4,54	0,22
Poland	10946,62	82,08	38,12	14,34	75,81	4,97	5,76	5,97	6,13	3,72	0,14
Portugal	20080,03	72,32	10,41	18,87	79,15	5,03	-0,63	1,67	9,35	5,75	0,2
Slovakia	14562,64	155,31	5,4	13,14	75,11	4,04	1,32	3,59	6,69	3,15	0,15
South Korea	22721,08	77,73	49,42	10,97	79,75	3,91	16,59	3,88	5,84	3,55	0,19
Spain	27667,06	58,96	44,82	17,62	81,43	4,37	7,36	1,67	8,42	5	0,23
Sweden	47630,12	83,32	9,45	18,4	81,27	7	11,66	1,59	9,31	5,43	0,3
Switzerland	71454,81	112,04	7,84	16,82	81,97	4,95	10,96	0,46	10,32	5,23	0,24
USA	49677,63	26,38	306,48	13,55	77,82	5,96	2,62	2,14	15,35	10,2	0,53
United Kingdom	40563,73	56,84	62,65	16,8	79,78	5,04	0,59	2,73	9,16	5,52	0,26

Figure 3.1 and Figure 3.2 display the average trend in health spending over time. We can observe a clear upward trajectory in curative expenditures, especially in the periods following global crises such as the 2008–2009 financial collapse and the COVID-19 pandemic (2020–2021). Preventive spending, in contrast, remained relatively flat for most of the time span, with a notable but slightly delayed increase post-2019 — we believe that it is likely reflecting expanded public health campaigns and epidemic preparedness measures in response to the global pandemic.

As we can see from these temporal patterns, most OECD countries are increasingly prioritizing curative healthcare expenditure. While curative health services are necessary and often benefit from strong institutional and interest group support, preventive measures — despite potentially being more cost-effective in the long term — often suffer from underinvestment.

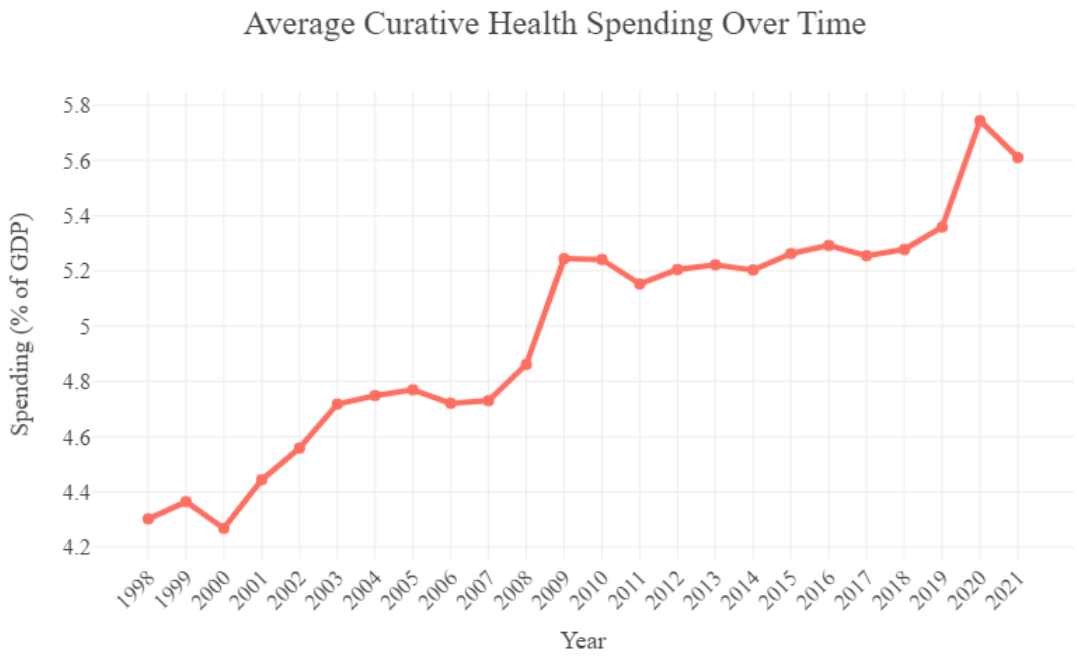


Figure 3.1 : ***Average Curative Health Expenditure Over Time.***

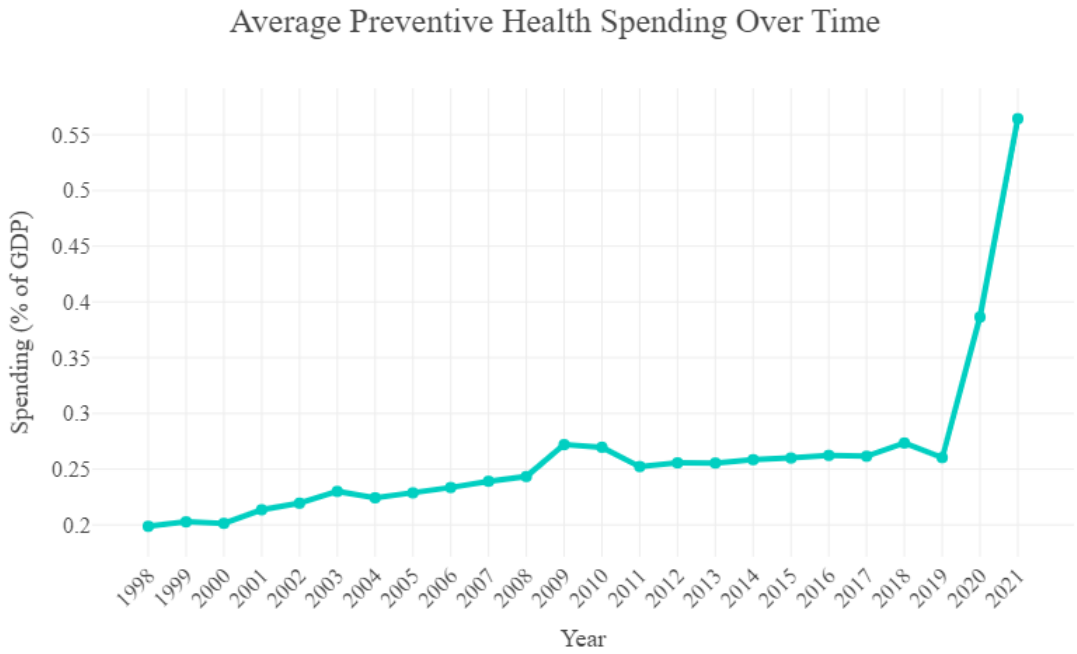


Figure 3.2 : ***Average Preventive Health Expenditure Over Time.***

Figure 3.3 and Figure 3.4 further explore the distribution of curative and preventive spending across countries on a yearly basis. In the boxplots in these figures, we showed not only central tendencies (medians and means) but also the degree of variation and the presence of outliers.

In Figure 3.3, curative spending shows consistent median growth and a moderate increase over time, suggesting that while most countries gradually increased their curative spending, the increase in a few countries was much higher.

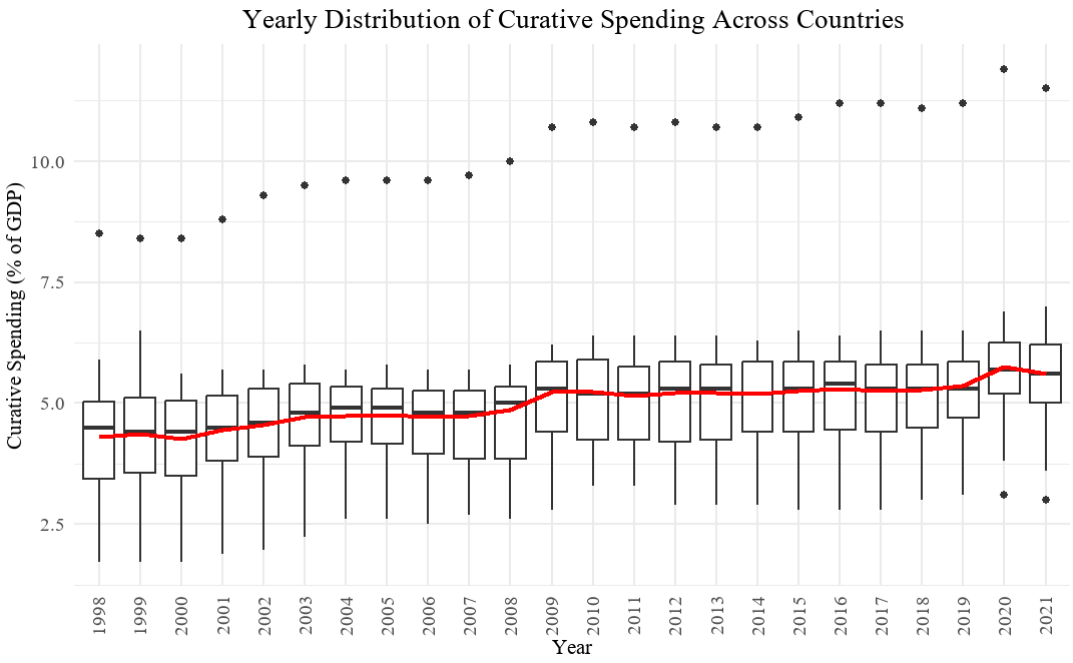


Figure 3.3 : ***Box-plot Distribution of Curative Expenditure Over Time.***

Figure 3.4 shows a more uneven trend for preventive health spending. The distribution remains tightly clustered around low values for much of the time period, with visible increases in variability — and some countries sharply diverging from the rest — particularly after 2020.

These graphical patterns indicate that while preventive spending is slowly gaining attention, it still occupies a relatively marginal role in most public budgets. The sharp post-2020 increase in some countries may indicate a turning point, although this remains to be seen in the context of long-term structural reforms.

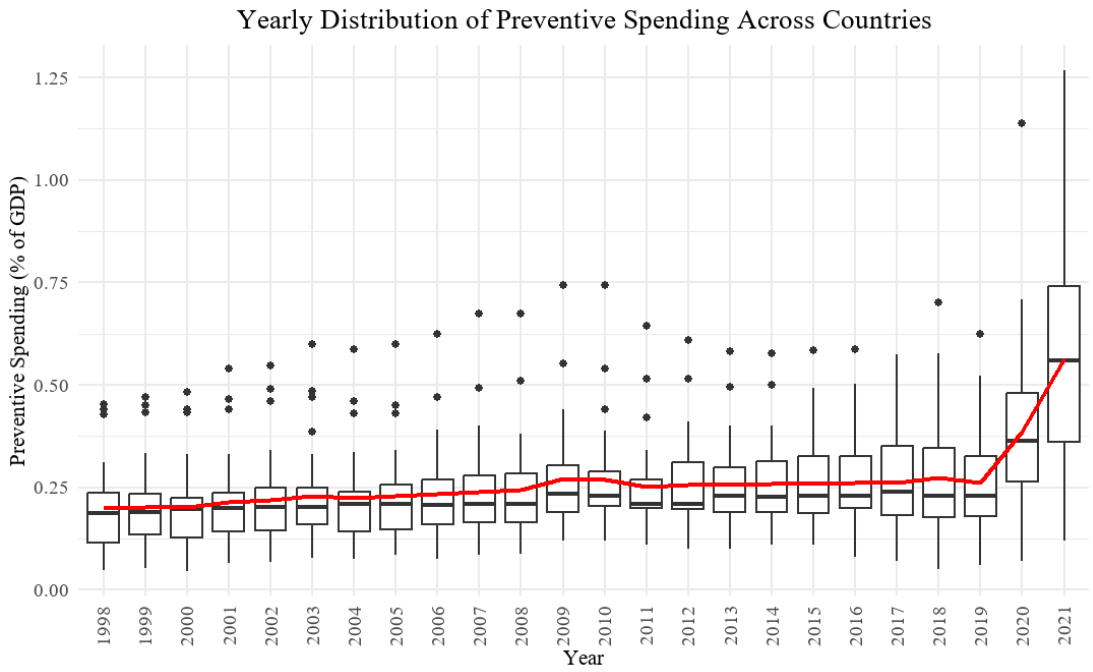


Figure 3.4 : ***Box-plot Distribution of Preventive Expenditure Over Time.***

Fixed Effects regression approach

To analyze the relationship between healthcare expenditure and economic development, we employ a panel data regression framework using FE estimators. This approach allows us to control for time-invariant unobserved heterogeneity across countries, such as institutional quality, geography, and long-standing structural differences that might confound the observed relationship. As noted by Wooldridge (2010) and Baltagi (2005), the fixed effects estimator is particularly useful in eliminating country-specific bias in panel datasets.

We estimate two-way fixed effects models, which include both country fixed effects, α_i and year fixed effects, δ_t. Country effects control for unobservable but constant characteristics of each country, while time effects capture global trends or shocks affecting all countries in a given year (such as pandemics or international economic crises). This specification is commonly used in cross-country studies of public health and economic outcomes, as seen in works by Baldacci et al. (2004) and Moreno-Serra and Smith (2011).

Referring to Barro and Sala-i-Martin (2004), the control variables X_{it} are composed of the trade balance as percent of GDP to reflect openness, population size in millions for presenting human capital quantity, population ages 65 and above percent of total to examine the impact on economic performance, life expectancy in years for researching the impact of the population's health status on economic prosperity, public spending on education percent of GDP for presenting the quality of human capital, savings as percent of GDP to reflect the accumulation of private capital, short-term interest rate to reflect the price of physical capital and the interest rate.

The influence that each variable has on economic performance has been of particular interest in the literature. This research also addresses the aforementioned concerns.

Our baseline regression model is defined as:

$$\log(\mathrm{GDP}_{it}) = \alpha_i + \delta_t + \beta_1 \cdot \mathrm{HealthExp}_{it} + \beta_2 \cdot \mathrm{HealthExp}_{it}^2 + \gamma' \mathrm{X}_{it} + \varepsilon_{it},$$

Where:

- $\log(\text{GDP}_{it})$: the natural logarithm of real GDP per capita for the country i at time t,
- α_i: country-specific fixed effects,
- δ_t: captures time-specific effects,
- HealthExp_{it}: denotes either curative or preventive health spending as a share of GDP,
- HealthExp_{it}^2: squared term of either curative or preventive health spending,
- X_{it}: vector of controls
- ε_{it}: the idiosyncratic error term.

The inclusion of both a linear and a squared term for healthcare expenditure follows previous studies that explore nonlinearities in the growth-healthcare literature (Suhrcke et al., 2006). It allows us to detect potential threshold effects or diminishing returns.

To account for the dynamic nature of healthcare effects and reduce concerns about reverse causality, we also consider lagged fixed effects models, where all explanatory variables (including healthcare and controls) are introduced with a one-period lag:

- $\log(\text{GDP}_{it}) = \alpha_i + \delta_t + \beta_1 \cdot \text{HealthExp}_{i,t-1} + \beta_2 \cdot \text{HealthExp}_{i,t-1}^2 + \gamma' \text{X}_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$,
- $\log(\text{GDP}_{it})$: the natural logarithm of real GDP per capita for the country i at time t,
- α_i: country-specific fixed effects,
- δ_t: captures time-specific effects,
- $\text{HealthExp}_{i,t-1}$: lagged curative or preventive health spending
- $\text{HealthExp}_{i,t-1}^2$: lagged squared term of either curative or preventive health spending,
- $\text{X}_{i,t-1}$: vector of lagged control variables
- ε_{it}: the idiosyncratic error term.

This dynamic specification is consistent with the empirical strategies employed by Aghion et al. (2010), who argue that improvements in population health may not generate immediate productivity gains, but rather manifest over time. Introducing lagged variables also mitigates simultaneity bias and provides a stronger causal interpretation of the relationship.

To explore heterogeneous effects, we follow a strategy similar to Baldacci et al. (2008) by conducting separate regressions for subsamples. Specifically, we divide countries into two samples based on average income level and estimate fixed effects models for each subgroup.

Our contemporaneous equation is:

- $\log(GDP_{it}) = \alpha_i^g + \delta_t^g + \beta_1^g \cdot Curative_{it} + \beta_2^g \cdot Curative_{it}^2 + \gamma^{g\prime} X_{it} + \varepsilon_{it}$,
- Where:
- $g \in \{\text{low,high}\}$: the income group,
- α_i^g and δ_t^g: country and year fixed effects estimated separately for each group,

- X_{it}: vector of the control variables
- ε_{it}: the idiosyncratic error term.

In this approach, we assume that the parameters of the model may not be the same across high- and low- income countries. The lagged equation version takes the following form:

$$\log(GDP_{it}) = \alpha_i^g + \delta_t^g + \beta_1^g \cdot Curative_{i,t-1} + \beta_2^g \cdot Curative_{i,t-1}^2 + \gamma^{g\prime} X_{i,t-1} + \varepsilon_{it},$$

Where:

- $g \in \{\text{low,high}\}$ indicates the income group,
- α_i^g and δ_t^g: country and year fixed effects estimated separately for each group,
- $X_{i,t-1}$: the vector of lagged control variables
- ε_{it}: the idiosyncratic error term.

We will also explore the education decomposition by adding continuous interaction terms. Our goal is to establish whether the effect of curative spending depends on the level of education spending. The contemporaneous equation with the interaction terms takes the following form:

$$\log(GDP_{it}) = \alpha_i + \delta_t + \beta_1 \cdot Curative_{it} + \beta_2 \cdot Curative_{it}^2 + \beta_3 \cdot (Curative_{it} \times Educ_{it}) + \beta_4 \cdot (Curative_{it}^2 \times Educ_{it}) + \gamma' X_{it} + \varepsilon_{it}$$

Where:

- α_i, δ_t: country and year fixed effects,
- $Curative_{it}$, $Educ_{it}$: current levels of curative health and education spending (% of GDP),
- $Curative_{it}^2$: squared term for curative health expenditure
- $Curative_{it} \times Educ_{it}, Curative_{it}^2 \times Educ_{it}$: continuous interaction terms
- X_{it}: vector of control variables
- ε_{it} : the idiosyncratic error term.

The lagged version with the interaction terms take the following form:

$$\log(GDP_{it}) = \alpha_i + \delta_t + \beta_1 \cdot Curative_{i,t-1} + \beta_2 \cdot Curative_{i,t-1}^2 + \beta_3 \cdot \left(Curative_{i,t-1} \times Educ_{i,t-1}\right) + \beta_4 \cdot \left(Curative_{i,t-1}^2 \times Educ_{i,t-1}\right) + \gamma' X_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$$

Where:

- α_i, δ_t: country and year fixed effects,
- $Curative_{i,t-1}$, $Educ_{i,t-1}$: lagged levels of curative health and education spending,
- $Curative_{it}^2$: squared term for curative health expenditure
- $Curative_{i,t-1} \times Educ_{i,t-1}, Curative_{i,t-1}^2 \times Educ_{i,t-1}$: continuous interaction terms

- $X_{i,t-1}$: vector of lagged control variables
- ε_{it}: the idiosyncratic error term.

We do not consider these extensions involving differential effects across income groups or interaction effects through education spending for preventive health expenditures because our results do not provide statistical evidence supporting them.

RESULTS AND DISCUSSION

Estimation results

FE models for curative expenditure

We have estimated several models in order to analyze the effect of curative and preventive healthcare expenditures on GDP per capita. In total, there were four sets of models. The first set only considers curative health expenditure, the second set focuses on preventive health expenditure, and the third and fourth sets are the extensions of the model for curative health expenditure, which attempt to decompose the effect across income and education spending groups, respectively. Results for the first and second sets of models are presented in the Appendix (see Appendix Table A.1 and Appendix Table A.2).

FE model for curative expenditure

To be sure that we are using the correct estimator, we conducted the Hausman test (see Table 4.1). The test showed there is a statistically significant difference between the RE (Random Effects) and FE estimator. The null hypothesis is “Random Effects model is preffered”. Since the p-value is less than 0.05, we reject the null hypothesis and conclude that we should indeed use the FE estimator.

Table 4.1 : ***Hausman Test Results for Curative Models***

Test Statistic	Degrees of Freedom	p-value
32.812	9	0.000144

In the first set of models, reported in Table 4.2 we show the effect of curative healthcare expenditure on the logarithm of real GDP per capita. Starting from basic OLS (model 1), we make our model more advanced step by step.

OLS is relatively straightforward and suitable for initial exploration, but it does not account for unobserved heterogeneity across countries. In model 1, we find a statistically significant and concave relationship between curative expenditure and GDP per capita. Our model suggests diminishing marginal returns to curative spending on income levels. The coefficient on curative expenditure is 0.590 ($p < 0.001$), and the squared term is -0.034 ($p < 0.001$). However, this basic model may confuse between-country and within-country variation; therefore, we do not consider it for causal inference.

To address those potential biases, as the second step, we estimate a fixed effects (FE) model without controls (model 2). This specification now controls for time-invariant country characteristics that might influence the relationship, such as institutional quality or healthcare system structure. This model’s results are quite different from OLS: the coefficients on both the curative expenditure and its square become statistically insignificant at the 5% level, and the

explanatory power drops sharply ($R^2 = 0.007$, adjusted $R^2 < 0$). This suggests that the OLS results may have been driven by cross-country differences rather than true within-country dynamics.

In model 3, we extend the FE framework by including time and individual fixed effects, as well as the set of control variables. The rationale for the inclusion is that we want control for time-specific shocks and macroeconomic covariates that may simultaneously affect both health expenditure and income levels. In this specification, we observe a statistically significant U-shaped relationship. The coefficient on curative expenditure is -0.195 ($p < 0.1$), and its square is 0.032 ($p < 0.05$). These results suggest that at low levels, increases in curative spending are associated with declines in income per capita, but beyond a certain threshold, the effect will become positive. This nonlinearity is consistent with a scenario in which low levels of curative spending may be inefficient or take resources away from other important areas. In contrast, higher levels may reflect effective public health investments that support labor productivity and growth in GDP per capita.

Despite these improvements, fixed effects models do not entirely eliminate concerns about endogeneity. A key limitation is the potential for simultaneous causality bias, where economic performance may influence health expenditure decisions, leading to reverse causality. To address this, we estimate lagged versions of the models (models 4 through 6), using one-period lagged values of curative expenditure and its square as well as lagged values of controls, when applicable.

In the lagged OLS model (model 4), the results are similar to those in model 1: curative expenditure (lagged) has a positive coefficient of 0.607 ($p < 0.001$), and its square is negative (-0.035, $p < 0.001$), indicating again the concave relationship. In the lagged FE model without controls (model 5), the relationship remains statistically insignificant, indicating that control variables are necessary for capturing within-country dynamics.

Model 6 combines the full set of fixed effects and control variables with lagged regressors. Here, the coefficient on lagged curative expenditure and its square are approximately the same as in the model 3. We have to mention that the coefficient for lagged curative expenditure is significant at a 10% significance level, which is below the common 5% significance level threshold (-0.175 ($p < 0.1$)). Nevertheless, when we turn to the squared coefficient, the model suggests that it is positive and significant at the 5% significance level (- 0.030 ($p < 0.05$)). The magnitudes of the coefficients are very similar to those in the contemporaneous specification, suggesting robustness of the effect to lag structure. Therefore, the model 6 confirms the U-shaped relationship, but now we interpret it as a delayed effect: lower past curative expenditures are associated with lower income levels, but higher expenditures eventually yield positive returns.

Table 4.2 : ***FE regressions for Curative Expenditure.***

	OLS Curative (model 1)	FE Curative (model 2)	FE Control Curative (model 3)	OLS lag Curative (model 4)	FE lag Curative (model 5)	FE lag Control lag Curative (model 6)
Curative	**0.590*** **	-0.061	**-0.195+**	**0.607*** **	-0.056	**-0.175+**
	(0.058)	(0.156)	(0.117)	(0.058)	(0.150)	(0.106)
Curative²	**-0.034*** **	0.006	**0.032** **	**-0.035*** **	0.005	**0.030** **
	(0.004)	(0.011)	(0.011)	(0.004)	(0.011)	(0.011)
Num.Obs.	648	648	648	621	621	621
Intercept	Yes	No	No	Yes	No	No
Controls included	No	No	Yes	No	No	Yes
Lagged controls	No	No	No	No	No	Yes
R2	0.244	0.007	0.295	0.253	0.007	0.331
R2 Adj.	0.242	-0.078	0.225	0.251	-0.081	0.264
Akaike Information Criterion (AIC)	1054.1	-646.3	-853.7	1001.5	-640.8	-872.7
Bayesian Information Criterion (BIC)	1072.0	-632.9	-809.0	1019.2	-627.5	-828.4
Log.Lik.	-523.067			-496.754		
Root Mean Square Error (RMSE)	0.54	0.15	0.12	0.54	0.14	0.12

+ p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Heteroskedasticity-robust standard errors. Models 4-6 use lagged versions of variables, identical row labels are used for readability; see model specifications for details or refer to the full table in the Appendix.

We also computed the marginal effect and the turning point for the model 6. As illustrated in the Figure 4.1, the marginal effect of curative spending on log GDP per capita becomes positive only after curative expenditure exceeds approximately 2.87% of GDP. Below this threshold, additional curative spending yields a negative or negligible contribution to real GDP per capita. We also report the predicted log of GDP per capita depending on the curative expenditure while holding controls at means (see Figure 4.2).

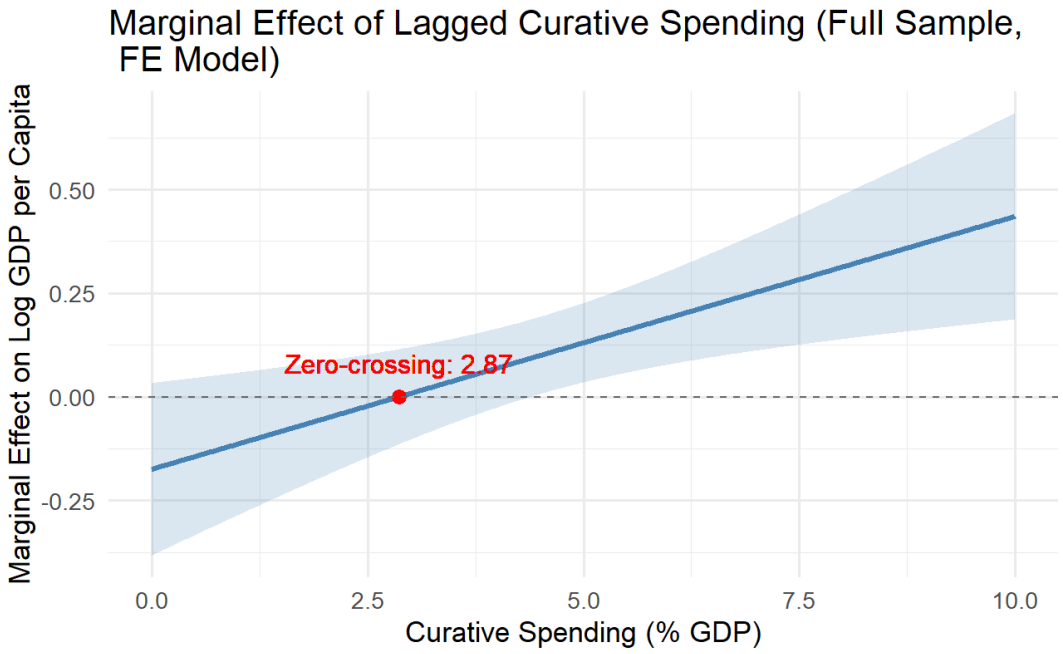


Figure 4.1 : ***Marginal effect for curative expenditure, 95% CI bands.***

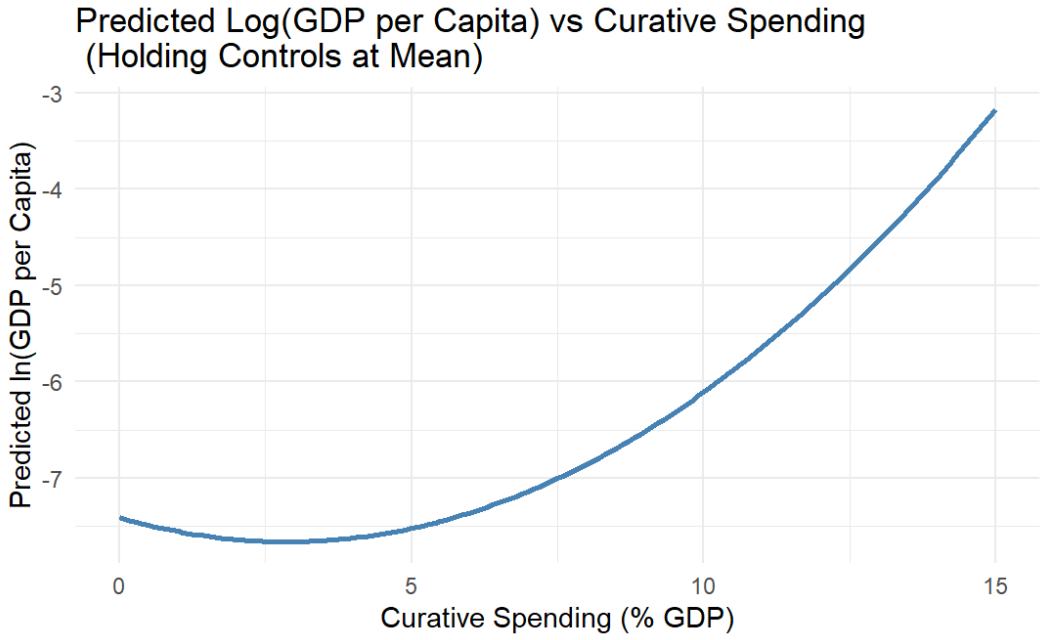


Figure 4.2 : ***Predicted log of GDP per capita and curative expenditure.***

FE models for preventive expenditure

Again, we also conducted the Hausman test (see Table 4.3). As the p-value is less than 0.05, we reject the null hypothesis and conclude that the FE estimator is preferable.

Table 4.3 : ***Hausman Test Results for Preventive Models***

Test Statistic	Degrees of Freedom	p-value
48.135	9	0.000000241

Now we can proceed to our models. In the second set of models, we focus on analyzing the relationship between preventive health expenditure and income per capita. As with curative expenditure, we follow a sequential model strategy to check the robustness of our estimation under different levels of control for heterogeneity and potential endogeneity. The results are presented in Table 4.4.

In the pooled OLS model without controls (model 7), we observe that preventive health expenditure appears to have a strong and statistically significant inverted U-shaped relationship with GDP per capita. The coefficient on preventive expenditure is 1.971 ($p < 0.001$), and the squared term is -1.340 ($p < 0.001$). However, this model again suffers from omitted variable bias and also does not distinguish between variation across countries and within countries over time; hence, its reliability for causal inference is limited.

To control for unobserved country-specific factors, we estimate a fixed effects model without controls (model 8). The model shows that both the linear and quadratic terms become statistically insignificant, and there is also a sharp decline in R^2 to 0.019. We think that the sudden decrease in explanatory power and the absence of significance mean that OLS estimates likely capture cross-country differences rather than true dynamic effects within countries.

We then include control variables and time fixed effects in model 9, but still the coefficients on preventive expenditure (-0.317) and its square (0.378) remain statistically insignificant. In this case, we conclude that the model specification fails to capture any significant effect of preventive health expenditure on income per capita after controlling for country heterogeneity and other determinants of income.

To reduce the risk of simultaneity bias, we include one-period lagged preventive expenditure terms in models 10 through 12. The lagged OLS model (model 10) replicates the inverted U-shaped relationship observed in model 7, but with larger coefficient magnitudes. This suggests that the effect of preventive expenditure on growth may be delayed and have an inverted U-shape. However, the lagged FE model with and without controls (models 11-12) again yields insignificant coefficients.

These findings suggest that, unlike curative expenditure, FE models were unable to detect a robust and consistent relationship between preventive health expenditure and real GDP per capita, even when controlling for unobserved heterogeneity and macroeconomic characteristics.

We think that this result is primarily due to a lack of variation in the preventive expenditure spending and data quality, potential issues, as the structure of the category of preventive expenditure was changing from year to year and country to country.

Table 4.4 : ***FE Models for Preventive Expenditure.***

	OLS Preventive (model 7)	FE Preventive (model 8)	FE Control Preventive (model 9)	OLS lag Preventive (model 10)	FE lag Preventive (model 11)	FE lag Control lag Preventive (model 12)
Preventive	**1.971*** **	-0.576	-0.317	**2.115*** **	-0.741	-0.445
	(0.385)	(0.616)	(0.460)	(0.516)	(0.629)	(0.514)
Preventive²	**-1.340*** **	0.493	0.378	**-1.499***	0.649	0.672
	(0.380)	(0.424)	(0.350)	(0.635)	(0.532)	(0.522)
Num. Obs.	648	648	648	621	621	621
Intercept	Yes	No	No	Yes	No	No
Controls included	No	No	Yes	No	No	Yes
Lagged controls	No	No	No	No	No	Yes
R2	0.056	0.019	0.149	0.056	0.025	0.191
R2 Adj.	0.053	-0.065	0.065	0.053	-0.061	0.109
AIC	1198.6	-653.9	-732.2	1147.1	-652.1	-754.3
BIC	1216.5	-640.5	-687.4	1164.8	-638.8	-710.0
Log.Lik.	-595.319			-569.537		
RMSE	0.61	0.15	0.14	0.61	0.14	0.13

+ p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Heteroskedasticity-robust standard errors. Models 4-6 use lagged versions of variables, identical row labels are used for readability; see model specifications for details or refer to the full table in the Appendix.

Figure 4.3 illustrates the marginal effect of lagged preventive health spending on log GDP per capita from Model 12. When preventive spending exceeds approximately 0.33% of GDP, the marginal effect becomes positive. This turning point suggests that a minimal baseline of preventive investment is necessary to generate economic returns. Complementing this, in Figure 4.4 we present the predicted log GDP per capita across varying levels of preventive spending, holding all other variables at their means. These results suggest that while low levels of preventive spending may be economically ineffective, modest increases beyond the zero-crossing point yield positive returns, peaking around the optimal level we identified, although the relationship lacks statistical significance.

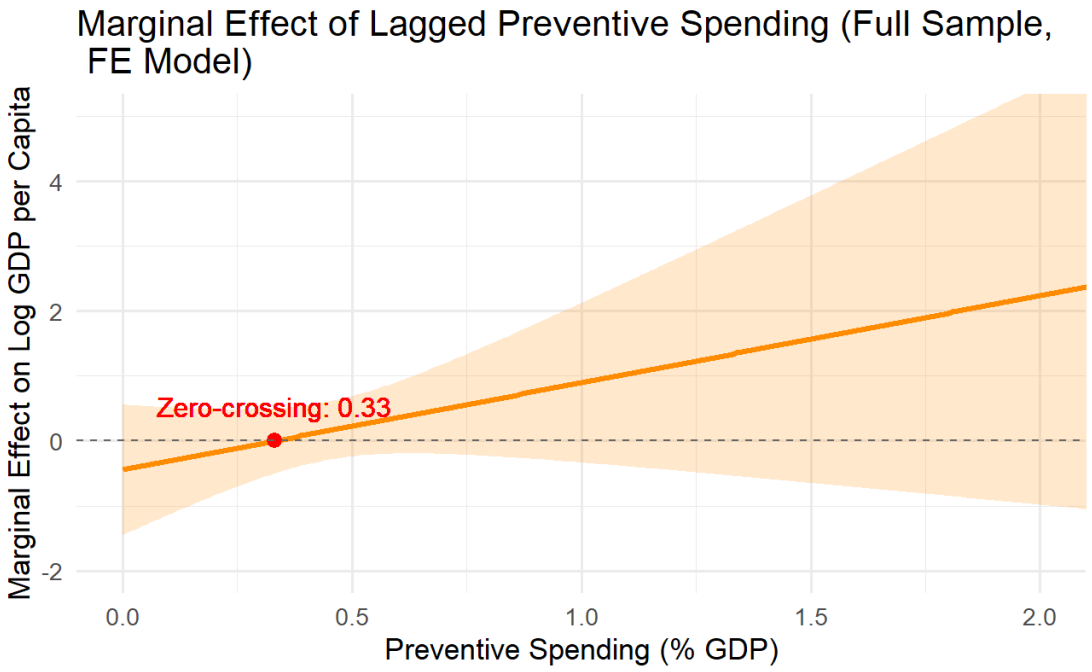


Figure 4.3 : ***Marginal Effect for Preventive Expenditure, 95% Confidence Bands.***

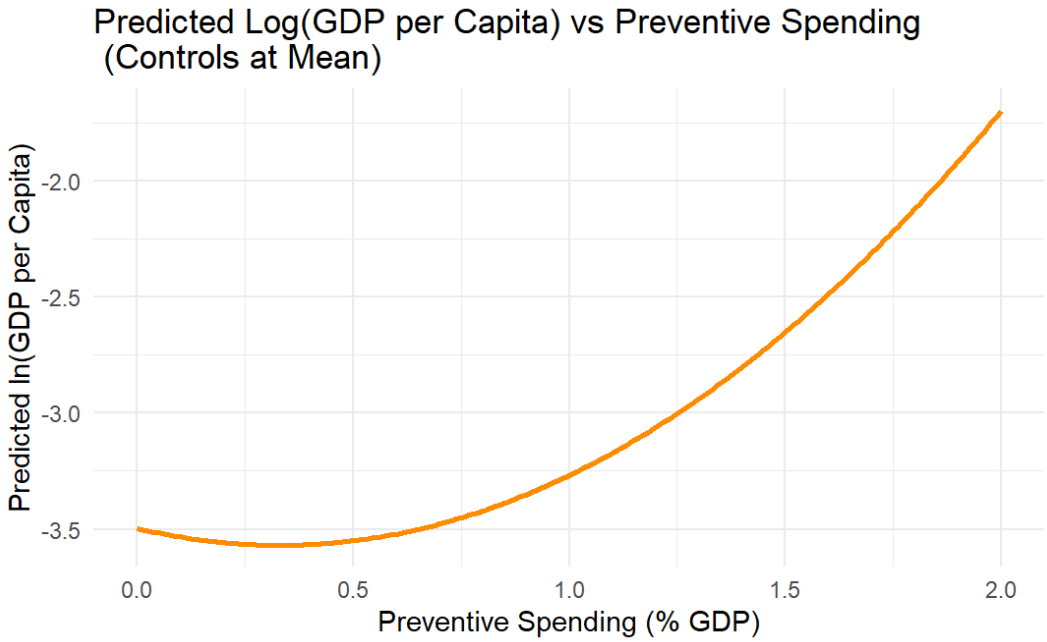


Figure 4.4 : ***Predicted Log of GDP and Preventive Expenditure (Holding Controls at Means).***

Income level decomposition: extension of the FE model for curative expenditures

To investigate whether the impact of curative health expenditure on economic performance varies by income level, we divide the sample into two groups based on the mean level of real GDP per capita across all years and countries. By that method, we obtained 240 observations for the lower-income group sample and 408 for the higher-income group sample. It is essential to note that these groups are defined in relation to the OECD sample itself, rather than using an external income classification. We tried to apply Worlds Bank suggested classification for

income categories, however most countries from our sample were placed into the high income category, which is expected, as OECD countries are characterized by a higher income level.

After that, we estimated fixed effects models with control variables separately for each group. We report the main results in Table 4.5, full results can be found in Appendix Table A.4. Low-income group regression shows that there is no significant association between curative expenditure and GDP per capita for contemporaneous and lagged specifications. In contrast, in high-income group regression, we find a statistically significant positive coefficient on curative expenditure (0.211, $p < 0.05$) and a marginally significant negative coefficient on its squared term (-0.022, $p < 0.1$). Therefore, we conclude that there is statistical evidence for a U-shaped relationship where curative spending shows a positive effect on economic performance after a certain threshold.

We can also observe differences across income groups in the coefficients of the control variables. Firstly, life expectancy has a significant negative effect on the log of GDP per capita in the low-income group (-0.101 to -0.107, $p < 0.05$) with no significant effect in the high-income group. Secondly, education spending is positively associated with economic performance in low-income countries (0.076, $p < 0.05$), but has a significant and negative coefficient in high-income countries (-0.042 to -0.067), which, in our opinion, can reflect diminishing returns to education investment at higher levels of development. Lastly, population and the share of the elderly population are significant only in the low-income group. At the same time, short-term interest rates exhibit a strong positive association with growth in the high-income sample.

It will be worth mentioning that R^2 and adjusted R^2 stay quite high for our low-income countries regression; our model is able to explain around 60% of the variation in the economic growth. However, as we move to high-income countries regression, the adjusted R^2 drops to 0.1, meaning that some other factors start to have an impact on economic performance apart from our control variables.

We believe that the model comparisons reveal potentially important heterogeneity, even though we acknowledge that we did not formally test for coefficient equality across groups. We conclude that the extended analysis with larger samples and alternative income classifications can be a direction for future research.

In Figure 4.5 we show the marginal effect of lagged curative health spending on log GDP per capita, disaggregated by income group. We can see some contrast between high-income and low-income countries from our sample. For low-income economies, after crossing the turning point of 1.5% GDP, the marginal effect is positive. In contrast, the turning point for high-income countries is predicted to be located further on the line at around 8.79% of GDP. Since there is a U-shaped relationship for the high-income group, the marginal effect becomes negative after the turning point at 8.79. The difference shows us the importance of the economic context, particularly when designing policies aimed at maximizing the economic returns of healthcare investments.

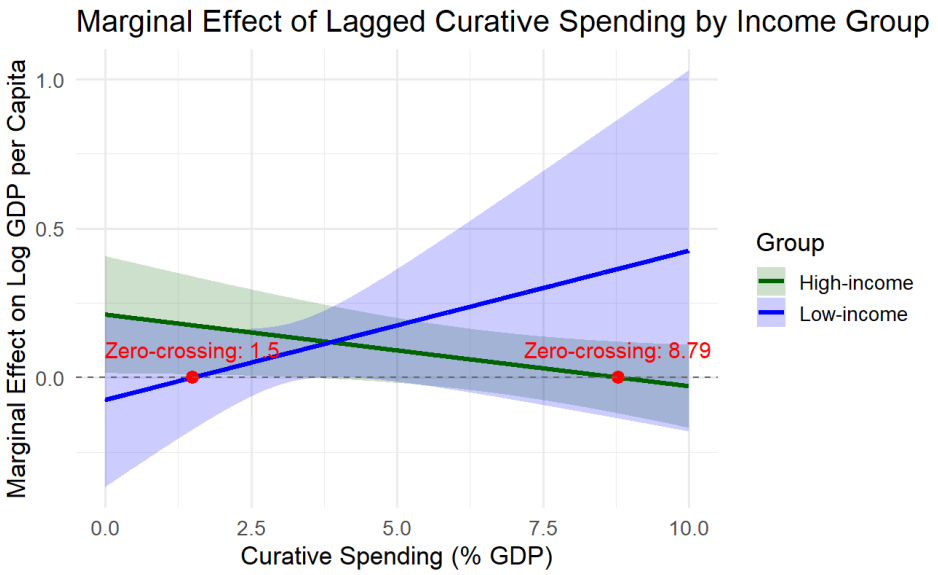


Figure 4.5 : ***Marginal Effect for Curative Spending by Income Group.***

Table 4.5 : Curative Expenditure - Decomposition by Income Groups.

	FE Control Curative Low Income (model 13)	FE Control Lag Curative Low Income (model 14)	FE Control Curative High Income (model 15)	FE Control Lag Curative High Income(model 16)
Curative	-0.055	-0.075	0.129	**0.211***
	(0.132)	(0.149)	(0.088)	(0.100)
Curative²	0.023	0.025	-0.004	**-0.012+**
	(0.020)	(0.022)	(0.005)	(0.007)
Life Expectancy	**-0.101***	**-0.107***	-0.009	-0.010
	(0.040)	(0.045)	(0.045)	(0.043)
Education Spending	**0.076***	0.060	**-0.042***	**-0.067****
	(0.035)	(0.037)	(0.019)	(0.024)
Population	**-0.064*****	**-0.063*****	-0.003	0.001
	(0.010)	(0.011)	(0.004)	(0.005)
Share of Population 65+	**-0.108***	**-0.115****	**-0.022+**	-0.015
	(0.042)	(0.036)	(0.012)	(0.013)
Trade	**0.005****	**0.006*****	0.000	0.001
	(0.002)	(0.002)	(0.001)	(0.001)
Savings Rate	0.007	0.007	**0.008***	**0.011***
	(0.009)	(0.008)	(0.004)	(0.004)
Short-term Interest Rate	-0.003	-0.000	**0.041*****	**0.028****
	(0.009)	(0.009)	(0.009)	(0.009)
Num.Obs.	240	230	408	391
R2	0.665	0.698	0.202	0.221
R2 Adj.	0.596	0.634	0.095	0.114
AIC	-340.2	-361.2	-765.2	-742.6
BIC	-305.4	-326.8	-725.1	-702.9
RMSE	0.11	0.11	0.09	0.09

+ $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Heteroskedasticity-robust standard errors. Models 14, 16 use lagged versions of variables, identical row labels are used for readability; see model specifications for details or refer to the full table in the Appendix

Education spending level decomposition: extension of the FE model for curative expenditures

To explore the potential difference in the effect of curative expenditure based on education spending level, we created one more extension to the FE model. In this case, we included the interaction term between education spending as a percentage of GDP and the curative expenditure as a percentage of GDP, as well as its squared version. The results are presented in Table 4.6.

To investigate whether the effect of curative health expenditure on economic performance is moderated by differences in public education spending levels, we extend the fixed effects model by introducing interaction terms between curative health expenditure and education spending. This approach allows us to assess whether the effect of curative spending varies depending on a country's level of investment in education. The results are presented in Appendix Table A.4.

In the contemporaneous specification (model 17), we find that the baseline effect of curative expenditure is negative and significant (-0.279, $p < 0.05$), while the squared term is positive and highly significant (0.053, $p < 0.001$), indicating a U-shaped relationship. We should note that the interaction term Curative^2 * Education Spending is negative and significant (-0.003, $p < 0.05$), meaning that the curvature of the U-shape is more pronounced in countries with higher education expenditure. We argue that beyond a certain threshold, an increase in curative spending contributes more effectively to economic performance in countries where education investment is also high. The lagged specification (model 18) also presents similar results; the coefficient sizes and directions are the same as in model 17. Therefore, we will not discuss them in detail.

As a robustness check, we also conducted the joint F-tests for interaction terms in both models. We observed that the effects are highly significant ($F = 11.35$ and $F = 13.50$, $p < 0.001$), therefore we believe that our estimations of moderating role of education are statistically robust.

Among the control variables, population size and savings rate remain significant and have expected signs across models. In contrast, the effects of life expectancy and short-term interest rates are not statistically significant. These patterns are consistent with earlier specifications, and we can see that macroeconomic fundamentals continue to play a role even when we account for the conditional effects of education on health spending outcomes. Overall, the results suggest that the relationship between curative healthcare spending and economic performance is also shaped by the level of education investment in the country.

Table 4.6 : ***Curative Expenditure - Decomposition by Education Expenditure.***

	FE Control Curative by Education (model 17)	FE Control Curative by Education (Lag) (model 18)
Curative	**-0.279***	**-0.283***
	(0.125)	(0.114)
Curative²	**0.053*****	**0.056*****
	(0.013)	(0.013)
Curative * Education Spending	0.011	0.013
	(0.012)	(0.012)
Curative² * Education Spending	**-0.003***	**-0.004***
	(0.002)	(0.002)
Life Expectancy	-0.070	-0.080
	(0.046)	(0.051)
Population	**-0.036*****	**-0.036*****
	(0.009)	(0.009)
Share of Population 65+	-0.028	-0.027
	(0.019)	(0.018)
Trade	0.002	**0.003+**
	(0.002)	(0.001)
Savings Rate	**0.008****	**0.010****
	(0.003)	(0.003)
Short-term Interest Rate	-0.004	-0.005
	(0.006)	(0.006)
Num.Obs.	648	621
R2	0.331	0.367
R2 Adj.	0.263	0.302
AIC	-885.6	-904.9
BIC	-836.4	-856.2
RMSE	0.12	0.11
Joint F-test: Interactions (F, df1, df2, p)	F = 11.35, df = (2, 588), p = 0.0000	F = 13.50, df = (2, 562), p = 0.0000

+ p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Heteroskedasticity-robust standard errors. Model 18 uses lagged versions of variables, and identical row labels are used for readability; see model specifications for details or refer to the full table in the Appendix Table A.4

CONCLUSION

In this thesis, we examined the economic impact of curative and preventive health expenditures across 29 OECD countries from 1998 to 2021. Using fixed effects models, we assessed four key hypotheses.

In H1, we argued that curative health spending has a stronger and more direct effect on economic performance than preventive spending. This hypothesis is supported: curative

expenditure showed a statistically significant U-shaped relationship with GDP per capita, but preventive spending showed no significant impact on economic growth, probably due to limited variation and data inconsistencies.

For the next hypothesis, H2, which proposed a nonlinear relationship, we can state that it is partially supported. Nonlinear effects were clearly observed for curative spending using both methodological approaches, and evidence for preventive spending was model-dependent.

In our H3, we expected the effects of health spending to be stronger in high-income countries, and we can conclude that it was partially supported. The positive effect of curative spending turned out to be statistically significant only in high-income OECD countries. However, the threshold and shape of the relationship can vary in different income groups, so it requires further formal testing.

In H4, we supposed that education spending would amplify the effect of curative health spending on economic performance, and we conclude that it is fully supported. Interaction models showed that countries with higher education investment experience stronger growth returns from curative health spending.

These findings lead to several policy implications. First of all, policymakers should be oriented to the efficiency thresholds to guide public investment in curative health. Next, there should be a strategic alignment between health and education policy for sustainable growth. Thirdly, countries that have currently underfunded health expenditures should first consider investment in education and then expand their health expenditure to see the maximum benefit for their economies.

Naturally, this study is not free of some limitations. Endogeneity still may remain a concern, as we did not apply instrumental variables or GMM methods, which can be considered in future research. Also, in the preventive expenditure data, there could be inconsistencies and low variation, which is something the future research can focus on. Better classification and tracking of preventive health expenditures are needed for obtaining reliable estimates. Next, as our study was based on the OECD sample, there is limited generalizability to low-income or non-OECD countries. In future works, it is possible to expand the sample beyond OECD countries. Additionally, in the future, one may test other sources of heterogeneity, such as institutional quality, inequality, or health system type.

Overall, the main conclusions from this thesis are as follows. Curative health spending supports growth, but only beyond a certain threshold and with a time lag. Its effectiveness is greater in countries with higher income and education spending.

REFERENCES

Aghion, P., Howitt, P., & Murtin, F. (2010). The relationship between health and growth: When Lucas meets nelson-phelps. *Review of Economics and Institutions, Università Di Perugia*, *2 (1)*. https://doi.org/10.3386/w15813

Atilgan, E., Ertuğrul, H. M., Baycan, O., & Ulucan, H. (2024). Health-led growth hypothesis and health financing systems: An econometric synthesis for OECD countries. *Frontiers in Public Health*, *12*. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1437304

Baldacci, E., Cui, Q., Clements, B. J., & Gupta, S. (2004). Social spending, human capital, and growth in developing countries: Implications for achieving the mdgs. *IMF Working Papers*, *04*(217), 1. https://doi.org/10.5089/9781451875140.001

Baltagi, B. H. (2005). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons Inc.

Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic growth*. MIT Press.

Becker, G. S. (1964). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to Education*. Columbia Univ. Press i distr.

Beylik, U., Cirakli, U., Cetin, M., Ecevit, E., & Senol, O. (2022). The relationship between Health Expenditure Indicators and economic growth in OECD countries: A Driscoll-Kraay Approach. *Frontiers in Public Health*, *10*. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1050550

Cohen, J. T., Neumann, P. J., & Weinstein, M. C. (2008). Does preventive care save money? Health Economics and the Presidential candidates. *New England Journal of Medicine*, *358*(7), 661–663. https://doi.org/10.1056/nejmp0708558

Gmeinder, M., Morgan, D., & Mueller, M. (2017). How much do OECD countries spend on prevention? *OECD Health Working Papers*. https://doi.org/10.1787/f19e803c-en

Grossman, M. (1972). On the concept of Health Capital and the demand for Health. *Journal of Political Economy*, *80*(2), 223–255. https://doi.org/10.1086/259880

Hu, Q., & Wang, L. (2024). Economic growth effects of public health expenditure in OECD countries: An empirical study using the dynamic panel threshold model. *Heliyon*, *10*(4). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25684

Maciosek, M. V., Coffield, A. B., Flottemesch, T. J., Edwards, N. M., & Solberg, L. I. (2010). Greater use of preventive services in U.S. health care could save lives at little or no cost. *Health Affairs*, *29*(9), 1656–1660. https://doi.org/10.1377/hlthaff.2008.0701

Moreno-Serra, R., & Smith, P. C. (2011). (working paper). *The effects of health coverage on population outcomes: a country-level panel data analysis*. Washington, DC: Results for Development Institute.

Mushkin, S. J. (1962). Health as an investment. *Journal of Political Economy*, *70*(5, Part 2), 129–157. https://doi.org/10.1086/258730

OECD, Eurostat, & World Health Organization. (2011). (rep.). *A System of Health Accounts 2011: 2011 Edition*. Paris: OECD Publishing.

Piabuo, S. M., & Tieguhong, J. C. (2017). Health Expenditure and Economic Growth - A review of the literature and an analysis between the Economic Community for Central African States (CEMAC) and selected African countries. *Health Economics Review*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s13561-017-0159-1

Prince, M. J., Wu, F., Guo, Y., Gutierrez Robledo, L. M., O'Donnell, M., Sullivan, R., & Yusuf, S. (2015). The burden of disease in older people and implications for Health Policy and practice. *The Lancet*, *385*(9967), 549–562. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(14)61347-7

Russell, L. B. (1986). *Is prevention better than cure: Studies in Social Economics*. Brookings institution.

Suhrcke, M., McKee, M., Stuckler, D., Sauto Arce, R., Tsolova, S., & Mortensen, J. (2006). The contribution of health to the economy in the European Union. *Public Health*, *120*(11), 994–1001. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2006.08.011

Wang, F. (2018). The roles of preventive and curative health care in economic development. *PLOS ONE*, *13*(11). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206808

Wang, F., & Wang, J.-D. (2021). Investing preventive care and economic development in ageing societies: Empirical evidences from OECD countries. *Health Economics Review*, *11*(1). https://doi.org/10.1186/s13561-021-00321-3

Wang, F., Huang, W.-Y., Chang, Y.-T., Yang, S.-C., & Wang, J.-D. (2024). Effective prevention in clinical practice may save human capital loss: Real-world evidence from Taiwan's National Health Insurance. *Journal of the Formosan Medical Association*, *123*. https://doi.org/10.1016/j.jfma.2024.10.011

Wang, F., Wang, J.-D., & Huang, Y.-X. (2016). Health Expenditures spent for prevention, economic performance, and social welfare. *Health Economics Review*, *6*(1). https://doi.org/10.1186/s13561-016-0119-1

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. The MIT Press.

APPENDIX

APPENDIX A

Appendix Table A.1 : FE Regressions for Curative Expenditure.

	OLS Curative	FE Curative	FE Control Curative	OLS lag Curative	FE lag Curative	FE lag Control lag Curative
Intercept	8.365***			8.335***		
	(0.199)			(0.197)		
Curative	0.590***	-0.061	-0.195+			
	(0.058)	(0.156)	(0.117)			
Curative²	-0.034***	0.006	0.032**			
	(0.004)	(0.011)	(0.011)			
Lagged Curative				0.607***	-0.056	-0.175+
				(0.058)	(0.150)	(0.106)
Lagged Curative²				-0.035***	0.005	0.030**
				(0.004)	(0.011)	(0.011)
Life Expectancy			-0.067			
			(0.046)			
Education Spending			-0.040			
			(0.030)			
Population			-0.032***			
			(0.009)			
Share of Population 65+			-0.018			
			(0.018)			
Trade			0.002			
			(0.002)			
Savings Rate			0.008**			
			(0.003)			
Short-term Interest Rate			-0.003			
			(0.007)			
Lagged Life Expectancy						-0.073
						(0.051)
Lagged Education Spending						-0.055
						(0.034)

Lagged Population						-0.031***
						(0.009)
Lagged Share of Population 65+						-0.017
						(0.017)
Lagged Trade						0.002
						(0.002)
Lagged Savings						0.009**
						(0.003)
Lagged Short-term Interest Rate						-0.005
						(0.006)
Num.Obs.	648	648	648	621	621	621
R2	0.244	0.007	0.295	0.253	0.007	0.331
R2 Adj.	0.242	-0.078	0.225	0.251	-0.081	0.264
AIC	1054.1	-646.3	-853.7	1001.5	-640.8	-872.7
BIC	1072.0	-632.9	-809.0	1019.2	-627.5	-828.4
Log.Lik.	-523.067			-496.754		
RMSE	0.54	0.15	0.12	0.54	0.14	0.12
Std.Errors	model_1	model_2	model_3	model_4	model_5	model_6

+ p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Appendix Table A.2 : FE regressions for Preventive Expenditure.

	OLS Preventive	FE Preventive	FE Control Preventive	OLS lag Preventive	FE lag Preventive	FE lag Control lag Preventive
Intercept	10.002***			9.996***		
	(0.080)			(0.092)		
Preventive	1.971***	-0.576	-0.317			
	(0.385)	(0.616)	(0.460)			
Preventive²	-1.340***	0.493	0.378			
	(0.380)	(0.424)	(0.350)			
Lagged Preventive				2.115***	-0.741	-0.445
				(0.516)	(0.629)	(0.514)
Lagged Preventive²				-1.499*	0.649	0.672
				(0.635)	(0.532)	(0.522)
Life Expectancy			-0.032			
			(0.063)			
Education Spending			-0.043			
			(0.035)			
Population			-0.013			
			(0.009)			
Share of Population 65+			-0.003			
			(0.021)			
Trade			0.001			
			(0.002)			
Savings Rate			0.007*			
			(0.003)			
Short-term Interest Rate			0.005			
			(0.007)			
Lagged Life Expectancy						-0.035
						(0.070)
AIC	1198.6	-653.9	-732.2	1147.1	-652.1	-754.3
BIC	1216.5	-640.5	-687.4	1164.8	-638.8	-710.0
Log.Lik.	-595.319			-569.537		
RMSE	0.61	0.15	0.14	0.61	0.14	0.13
Std.Errors	model_7	model_8	model_9	model_10	model_11	model_12

+ p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Appendix Table A.3 : Curative Expenditure - Decomposition by Income Groups.

	FE Control Curative Low Income	FE Control Lag Curative Low Income	FE Control Curative High Income	FE Control Lag Curative High Income
Curative	-0.055		0.129	
	(0.132)		(0.088)	
Curative²	0.023		-0.004	
	(0.020)		(0.005)	
Lagged Curative		-0.075		0.211*
		(0.149)		(0.100)
Lagged Curative²		0.025		-0.012+
		(0.022)		(0.007)
Life Expectancy	-0.101*		-0.009	
	(0.040)		(0.045)	
Education Spending	0.076*		-0.042*	
	(0.035)		(0.019)	
Population	-0.064***		-0.003	
	(0.010)		(0.004)	
Share of Population 65+	-0.108*		-0.022+	
	(0.042)		(0.012)	
Trade	0.005**		0.000	
	(0.002)		(0.001)	
Savings Rate	0.007		0.008*	
	(0.009)		(0.004)	
Short-term Interest Rate	-0.003		0.041***	
	(0.009)		(0.009)	
Lagged Life Expectancy		-0.107*		-0.010
		(0.045)		(0.043)
Lagged Education Spending		0.060		-0.067**
		(0.037)		(0.024)
Lagged Population		-0.063***		0.001
		(0.011)		(0.005)
Lagged Share of Population 65+		-0.115**		-0.015
		(0.036)		(0.013)
Lagged Trade		0.006***		0.001
		(0.002)		(0.001)
Lagged Savings		0.007		0.011*
		(0.008)		(0.004)
Lagged Short-term Interest Rate		-0.000		0.028**
		(0.009)		(0.009)
Num.Obs.	240	230	408	391
R2	0.665	0.698	0.202	0.221
R2 Adj.	0.596	0.634	0.095	0.114
AIC	-340.2	-361.2	-765.2	-742.6
BIC	-305.4	-326.8	-725.1	-702.9
RMSE	0.11	0.11	0.09	0.09
Std.Errors	model_21	model_22	model_23	model_24

+ $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Appendix Table A.4 : Curative Expenditure - Decomposition by Education Spending.

	FE Control Curative by Education	FE Control Curative by Education (Lag)
Curative	-0.279*	
	(0.125)	
Curative²	0.053***	
	(0.013)	
Curative * Education Spending	0.011	
	(0.012)	
Curative² * Education Spending	-0.003*	
	(0.002)	
Lagged Curative		-0.283*
		(0.114)
Lagged Curative²		0.056***
		(0.013)
Lagged Curative * Education Spending		0.013
		(0.012)
Life Expectancy	-0.070	
	(0.046)	
Population	-0.036***	
	(0.009)	
Share of Population 65+	-0.028	
	(0.019)	
Trade	0.002	
	(0.002)	
Savings Rate	0.008**	
	(0.003)	
Short-term Interest Rate	-0.004	
	(0.006)	
Lagged Life Expectancy		-0.080
		(0.051)
Lagged Population		-0.036***
		(0.009)
Lagged Share of Population 65+		-0.027
		(0.018)
Lagged Trade		0.003+
		(0.001)
Lagged Savings		0.010**
		(0.003)
Lagged Short-term Interest Rate		-0.005
		(0.006)
Num.Obs.	648	621
R2	0.331	0.367
R2 Adj.	0.263	0.302
AIC	-885.6	-904.9
BIC	-836.4	-856.2
RMSE	0.12	0.11
Std.Errors	model_24	model_27
Joint F-test: Interactions (F, df1, df2, p)	F = 11.35, df = (2, 588), p = 0.0000	F = 13.50, df = (2, 562), p = 0.0000

+ p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

CLUSTERING BASED ENERGY EFFICIENCY OPTIMIZATION IN IOT-BASED WSN FOR HYDROPONIC FARMING MONITORING SYSTEMS

Ms. Blessina Preethi R

Vellore Institute of Technology, SENSE, Chennai, India

Dr. Saranya Nair M

Vellore Institute of Technology, SENSE, Chennai, India

ABSTRACT

This study proposes an energy-efficient optimization model for enhancing the performance of hydroponics monitoring systems in IoT based wireless sensor networks. The model involves the random deployment of nodes, which are clustered using the BIRCH algorithm based on features such as residual energy, distance to the base station, intra-cluster distance, maximum transmission energy, node degree, and communication load. Cluster head selection is optimized using t-distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE) for dimensionality reduction, followed by the Dingo algorithm to determine the fittest cluster head for data aggregation. The proposed model demonstrates superior energy efficiency, with significantly longer network lifetime than IGWOEx-GWO and HGWO-FF. In simulations with 100, 200, and 300 nodes, the proposed approach resulted in delayed First Node Dead (FND) and Last Node Dead (LND), higher packet transmission, and greater residual energy, highlighting its effectiveness in prolonging the network lifespan and reducing energy wastage.

Keywords: Clustering, Cluster Heads, Feature extraction, Dingo Optimization, and Cluster Quality.

INTRODUCTION

Hydroponic farming is a method of growing plants without using soil, instead utilizing a nutrient-rich water solution to deliver essential minerals and nutrients directly to plant roots. This innovative technique allows for more precise control over growing conditions, such as pH levels, nutrient concentration, and water supply, which leads to faster plant growth and higher yields (Rajendran, 2024). Hydroponics is particularly beneficial in areas with limited arable land, as it requires less space and water compared to traditional farming methods. Additionally, it enables year-round cultivation in controlled environments, making it a sustainable and efficient option for modern agriculture (Velazquez-Gonzalez, 2022).

Although hydroponic farming offers many benefits, it also presents several challenges. One of the main difficulties is the need for constant monitoring and precise control of environmental factors such as nutrient levels, pH balance, and water quality. Any imbalance can lead to plant stress or reduced yield (Nguyen, 2016). In addition, hydroponic systems require specialized equipment and infrastructure, which can be costly to set up and maintain. The reliance on electricity for pumps, lighting, and climate control systems can render them vulnerable to power outages (Rajasekar, 2023). Moreover, without soil to buffer nutrients, plants are more susceptible to rapid changes in nutrient availability, which requires technical knowledge for successful management. Pests and diseases, although less common, can spread quickly in controlled environments, further complicating hydroponic farming (Bovas Herbert, 2024).

Energy-efficient optimization is crucial for hydroponic monitoring systems because of the high energy demands for maintaining optimal growing conditions (Dutta, 2023). The monitoring systems often rely on sensors, pumps, artificial lighting, and climate-control equipment, which can lead to significant energy consumption. The hydroponic farms can reduce operational costs and minimize environmental impacts, making the farming process more sustainable by optimizing monitoring systems' energy usage (Edwin, 2022). Moreover, energy-efficient systems help ensure uninterrupted monitoring and control, which is critical for maintaining precise environmental conditions. In regions where the power supply is limited or expensive, energy-efficient solutions enable more reliable and scalable hydroponic farming operations, ensuring that farms can operate without disruption and with reduced reliance on external energy sources (Cambra, 2018).

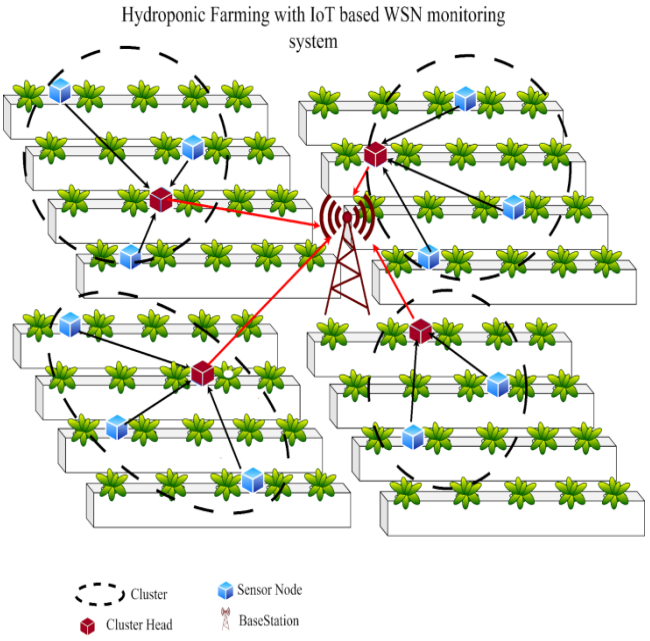


Fig. 1. Hydroponic farming with IoT based WSN

Hence, to enhance the energy utilization of the monitoring system, this paper proposes an optimization model. In this paper, the monitoring system nodes are initially deployed in the region randomly and the randomly deployed nodes are accessed for optimal number of clusters. These nodes are accompanied by features such as nodes' residual energy, distance from a node to the base station, intra-cluster distance, maximum transmission energy, node degree and communication load. The BIRCH algorithm is used to cluster these nodes into an optimal number of clusters. Cluster heads are selected using the t-distributed Stochastic Neighbour Embedding (t-SNE) which is a non-linear dimensionality feature reduction technique. The reduced features of the nodes are treated as fitness functions and given to the metaheuristic optimization model of the Dingo algorithm the fittest cluster head for data aggregation. The selected cluster heads forward the announcement, and the member nodes transmit the sensed data to CH. The CHs aggregate the data from its member nodes and forward to the base station. The efficient clustering and cluster head selection reduces the energy wastage in the nodes and prolongs the network lifetime.

RELATED WORK

Energy enhancement techniques in IoT-based WSN are crucial for extending the lifetime of the network and ensuring efficient data communication. Traditional methods focus on minimizing energy consumption through sleep scheduling, energy-efficient routing, and data aggregation. However, clustering-based techniques, especially when combined with fitness-based cluster head (CH) selection, have proven to be among the most effective practices in optimizing efficient energy usage within the cluster (Hada & Srivastava, 2024).

Fitness-based CH selection further enhances the approach of clustering by using various metrics to select the most optimal CH. Unlike random or rotation-based CH selection methods, fitness-based approaches ensure that the most energy-efficient and strategically located nodes are elected as CH which reduces energy consumption and avoids premature failure of CHs (Daneshvar, 2023).

In the contemporary model of clustering and CH selection, the metaheuristic algorithms play a vital role in efficiently enhancing the quality of the network by solving complex optimization problems. Compared to traditional methods, which often rely on fixed or randomized criteria, metaheuristic algorithms offer a more adaptive and intelligent approach, enabling better distribution of energy consumption and prolonging the network's operational lifespan (Houssein, 2024).

Fabrizo et.al., have designed an energy efficient greenhouse model for hydroponic farming. In this paper (F. Cumo, 2020) the authors designed a greenhouse with a setup of photovoltaic cells to reduce the energy consumption and the carbon emission. Though the photovoltaic cells have used to meet the energy deficiency, the wireless monitoring systems need different setup for energy management. Brayen et.al., surveyed the clustering and cluster head selection by various existing metaheuristic and non-metaheuristic models with single objective optimization and multi-objective optimization. Stated in the paper that the metaheuristic models are efficient than the non-metahuristics models (Ahmedy, 2023).

In (Sekaran et al, 2020), the author have used the Gray wolf optimization (GWO) for efficient clustering and cluster head selection using the fitness functions. GWO mimics the social hierarchy and hunting behaviour of Gray wolves. In GWO, the wolves are divided into four groups: alpha, beta, delta, and omega, which represent the best, second-best, third-best, and remaining candidate solutions, respectively. The algorithm simulates the wolves' hunting strategy—encircling, chasing, and attacking prey—to guide the search for an optimal solution. GWO sometimes suffer from premature convergence, especially in complex, multimodal optimization problems. To overcome the earlier convergence problem, an improved GWO is introduced in (Rami Reddy, 2023) as EECHIGWO, in which the weights are dependent and updated on the distance of the node.

As GWO, the Whale optimization algorithm (WOA) also the multi-objective and global search algorithm. In (Priyanka, 2022) WOA is used for cluster head selection, where the WOA is a bio-inspired optimization technique based on the foraging behavior of humpback whales. WOA simulates the whales' bubble-net feeding strategy for selecting the Cluster head. where they spiral around prey in a shrinking circle or follow a random search for prey. WOA models the random search behavior by balancing exploration (searching for new areas) and exploitation (refining current solutions) to find the optimal solution in CH selection. However, the WOA suffers from a lack of diversity in the solution space during later stages of the search.

In paper (Kathiroli, 2022) improved sparrow search algorithm(SSA) is used to select the CH, where the SSA replicates how sparrows update their positions based on the presence of predators and the environment during the optimization process. In the paper, the SSA is used

to find the fitness position of the nodes, then three random sparrows are selected and performed mutation and crossover to obtain the donor sparrow.

In paper (Srivastava & Mishra, 2024), dragonfly optimization algorithm (DA) is used, where the DA iteratively updates the positions of dragonflies based on their fitness scores and the behaviours observed in nature (e.g., separation from others to avoid collisions, alignment with nearby dragonflies). The best-performing dragonflies are selected as cluster heads. DA relies heavily on the balance between exploration and exploitation, and if this balance is not well-tuned, the algorithm might either explore too much (leading to slow convergence) or exploit too early (leading to poor cluster head choices).

SYSTEM MODEL

1.1 Energy Model

The energy consumption of the proposed model is followed by the first-order energy model, where the energy consumed for data transmission $E_T(l,d)$ and reception $E_R(l,d)$ with respect to the path loss (ε_{fs}) on distance (d) as in equation (1-3) as in (Y. Lee, 2014).

$$E_T(l,d) = \begin{cases} (e_{elec} \times l) + \left(l \times \varepsilon_{fs} \times d^2\right) & for\ d < d_o \\ (e_{elec} \times l) + \left(l \times \varepsilon_{mp} \times d^4\right) & for\ d \geq d_o \end{cases} \quad (1)$$

$$E_R(l,d) = (e_{elec} \times l) \quad (2)$$

where,

$$d_o = \sqrt{\varepsilon_{fs}/\varepsilon_{mp}} \quad (3)$$

1.2. Fitness Functions

A. Residual Energy: The remaining energy in the sensor node's battery. Since energy efficiency is a core concern in WSNs, the residual energy is a critical feature that reflects the node's ability to continue operating and transmitting data. Nodes with higher residual energy are better candidates for becoming cluster heads, as cluster heads perform more communication tasks and consume more energy($E_{Con(i)}$).

$$f_1 = E_{res(i)} = \begin{cases} E_0 - E_{Con(i)} & for\ i = 1 \\ E_{Con(i)} - E_{Con(i+1)} & for\ i \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

B. Distance to Base Station: The Euclidean distance between the sensor node and the base station (BS) or sink node, which collects data from all sensor nodes. Nodes closer to the base station require less energy for data transmission, making them better candidates for cluster heads.

$$f_2 = \sqrt{(x_i - x_{BS})^2 + (y_i - y_{BS})^2} \quad (5)$$

C. Intra-cluster distance: The average distance between a sensor node and the other nodes within the same cluster. This metric represents how compact the cluster is and how much energy is needed for intra-cluster communication.

$$f_3 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \sqrt{\left(x_i - x_j\right)^2 + \left(y_i - y_j\right)^2} \quad (6)$$

D. Maximum Transmission Energy: The maximum amount of energy the node can use to transmit data over a certain distance. It depends on the power level settings and the distance between the nodes.

$$f_4 = E_{Tmax} = (e_{elec} \times l) + \left(l \times \varepsilon_{mp} \times d^4\right) \quad (7)$$

PROPOSED MODEL

The proposed model comprises two stages such as setup state and steady state. In the setup state, the nodes are deployed randomly in the region of interest. According to the number of nodes deployed, the optimal number of clusters is estimated using the K_{opt}. The BIRCH algorithm is used to cluster the nodes using the node features into an optimal number of clusters. The cluster heads are selected from every cluster by extracting the features of the nodes using t-Distributed Stochastic Neighbour Embedding (t-SNE) which converts the high-dimensional features into low-dimensional fitness functions. The low dimensional fitness functions are given to the Dingo optimization algorithm to find the best CHs. The proposed energy-efficient model is given in Figure 2.

1.1. Setup State

In the setup state, the nodes are deployed in the region of interest followed by the clustering module. Herein the proposed model has clustered the nodes using the BIRCH algorithm. The BIRCH (Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies) is a clustering algorithm designed for large datasets. It efficiently handles high-dimensional features for hierarchical clustering. BIRCH builds a tree-like structure called a Clustering Feature Tree (CF Tree) which is used to build clusters in a memory-efficient way incrementally (Lin, 2021).

The Clustering Feature (CF) summarizes information about a cluster of node features and is the algorithm's core. A CF vector for a subcluster is defined by three properties such as the number of data points in the subcluster (n). The linear sum of the data points in the subcluster(L_s) and the square sum of the data points in the subcluster (S_s). The CF vector for a subcluster is represented in equation (7)

$$CF = (n, L_s, S_s) \quad (7)$$

where

$$L_s = \sum_{i=1}^{n} X_i \quad (8)$$

$$S_s = \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 \quad (9)$$

The BIRCH uses a threshold (T) value to control the size of clusters. If a new data point is added to the CF tree, the algorithm checks if the radius of the subcluster exceeds the threshold. If it does, a new subcluster is created. Otherwise, the data point is merged into the closest subcluster. To modify the BIRCH algorithm to use a fixed number of clusters (K_{opt}), instead of relying on a radius threshold T , the proposed model integrates a method to control the number of clusters during the clustering process. The BIRCH algorithm typically does not have a built-in feature to specify the exact number of clusters; it usually relies on the radius threshold to determine cluster sizes. However, the proposed model adapts it to achieve a fixed number of clusters (K_{opt}).

The BIRCH constructs the CF Tree as usual by processing each data point and inserting it into the CF tree and uses a large radius threshold T initially to allow the tree to grow without too much restriction. Once the CF Tree is constructed, perform a refinement step to achieve the

desired number of clusters, K_{opt}. This involves clustering the CFs from the CF Tree to create exactly K_{opt} clusters. Where the cluster quality is checked using the Davies-Bouldin Index (DBI) which quantifies the ratio of intra-cluster distance to inter-cluster separation. The Computational Complexity of DBI is lower when compared to Silhouette Score, as it only requires pairwise cluster computations rather than individual data points (Davies, 1979).

Thereafter, from the clustered nodes, a CH is elected by the optimization function of the Dingo algorithm using the fitness function values of the nodes. However, the Dingo algorithm will have to process all features of the sensor nodes, regardless of their relevance. This can significantly increase computational complexity, as the algorithm will attempt to optimize based on an unnecessarily large feature space. The Dingo algorithm might optimize irrelevant or noisy features, leading to poor generalization and suboptimal CH selection. This increases the risk of overfitting, where the algorithm finds an optimal solution that does not perform well in real-world deployments due to over-reliance on irrelevant data. Hence to overcome this, the proposed model introduces t-SNE which helps in eliminating the redundant or highly correlated features. The t-SNE based feature extraction ensures that the Dingo optimization focuses on diverse, independent attributes of nodes, leading to a more balanced and optimal CH selection. The t-SNE reduces the dimensionality by preserving the local structure of the data (i.e., data points that are similar in the high-dimensional space remain close in the lower-dimensional space). The t-SNE is effective in extracting non-linear features and is suitable for complex data like sensor networks where relationships are non-linear (Mukherjee, 2017).

Initially, t-SNE computes the pairwise distances between all nodes in the original high-dimensional space (i.e., 4D in your case: residual energy, distance to the base station, intra-cluster distance, and maximum transmission energy). For each pair of nodes, the Euclidean distance is calculated. t-SNE converts these distances into conditional probabilities, which represent the similarity between nodes in the high-dimensional space. This is done using a Gaussian distribution, where the probability $p_{j|i}$represents how similar Node j is to Node i based on the high-dimensional distance between them. The similarity is higher for nearby nodes and lower for distant nodes. The conditional probability $p_{j|i}$ is calculated using a Gaussian kernel with variance (perplexity) that controls the spread of the neighbourhood.

$$p_{j|i} = \frac{\exp(-\left||x_i - x_j|\right|^2 / 2\sigma_i^2)}{\Sigma_{k \neq i} \exp(-\left||x_i - x_j|\right|^2 / 2\sigma_i^2)} \tag{10}$$

Where x_i and x_j are the feature vectors for nodes i and j, and σ_i^2 is the bandwidth parameter (determined by the perplexity). The perplexity is user-defined and controls the effective number of neighbours each node considers in the high-dimensional space. This ensures that nearby points have a higher probability of being neighbours, while distant points have a near-zero probability.

After computing the high-dimensional similarities, t-SNE aims to map the nodes into a low-dimensional space while preserving these relationships. To do this, it assigns low-dimensional counterparts y_i to each high-dimensional node x_i. It then measures similarities between nodes in the low-dimensional space using a Student's t-distribution, which is more heavy-tailed than the Gaussian distribution used in the high-dimensional space. This distribution helps prevent crowding of points in the lower-dimensional space.

The low-dimensional probabilityq_{ji} is calculated as:

$$q_{ji} = \frac{\left(1+\left\|y_i - y_j\right\|^2\right)^{-1}}{\Sigma_{k \neq l}\left(1+\left\|x_k - x_l\right\|^2\right)^{-1}} \quad (11)$$

This formulation helps to retain local pairwise relationships and prevents points from collapsing into a single cluster in the low-dimensional space. t-SNE does this by minimizing the Kullback-Leibler (KL) divergence between the high-dimensional probability distribution $p_{ji}$and the low-dimensional distribution q_{ji}.

$$KL(P||Q) = \sum_{i \neq j} p_{ij}\ log\frac{p_{ij}}{q_{ij}} \quad (12)$$

After multiple iterations, t-SNE finds a low-dimensional arrangement of points that minimizes the KL divergence, effectively preserving the relationships between nearby nodes while spreading distant nodes apart.

The low dimensional fitness values are given to the Dingo optimizer algorithm (DOA)[23]. DOA is a global search algorithm which follows the hunting search statergy of Canis lupus dingoes. Where in the hunting strategy, the best dingo is been chosen to be the attacker by comparing the positions of the dingoes with respect to the position of the prey. Herein, the fitness functions are used to evaluate the overall fitness value of the nodes and the values are updated according to the position of the nodes. After the updation of the position, the nodes are arranged and the alpha node will be elected as the best node for the position of CH.

When dingoes explore for potential CHs, their positions are updated randomly to explore different nodes that can act as CHs.

$$X_i(t+1) = X_i(t) + r.(X_{pray} - X_i(t)) \quad (13)$$

Dominant dingoes (X_{dom}) refine their current position by moving closer to the prey or better solutions, as per the following equation(14)

$$X_i(t+1) = X_i(t) + \alpha.(X_{dom} - X_i(t) + \beta.(X_{best} - X_i(t))) \quad (14)$$

1.2. Steady State

In the steady state phase of the proposed algorithm, the member nodes forward the sensory data to the elected CH. The CH forwards the aggregated data to the BS. Time Division Multiple Access (TDMA) MAC protocol to ensure efficient and collision-free communication. In this setup, each sensor node is assigned a specific time slot for data transmission, which is predetermined by the CH. During its designated time slot, the member sensor nodes collect and transmit the sensed data to the CH without interference from other nodes. The TDMA method is energy-efficient, as nodes only turn on their transceivers during their allocated time, minimizing idle listening and reducing energy consumption. The network achieves organized communication, avoids data packet collisions, and improves overall network longevity—critical in energy-constrained environments by using TDMA. Once the CH receives data from all its associated nodes, it aggregates and forwards the collected information to the base station or sink node, facilitating efficient data transmission across the network (Benrebbouh, 2021).

EXPERIMENTAL SETUP

The BIRCH algorithm plays a crucial role in forming clusters by controlling the size of clusters through its radius threshold, which directly impacts how tightly nodes are grouped together.

The number of clusters to form is determined by the optimal cluster count (K_{opt}), ensuring that the clustering is balanced based on the node deployment. For feature extraction, t-SNE is utilized to convert high-dimensional node features into a more manageable space. The perplexity parameter in t-SNE controls the balance between local and global data clustering aspects, helping to maintain meaningful relationships between nodes. During optimization, the learning rate governs the step size, with a higher rate preventing overcrowding of points in the lower-dimensional space. By running for a set number of iterations, t-SNE ensures stable results, eventually reducing the features to a 2D or 3D low-dimensional space, which can then be efficiently used for cluster head selection. The parameters used in the simulation of the proposed model are given in table I and II.

TABLE I. PARAMETERS OF NETWORK

Network parameters	**Values**
Initial energy of sensor nodes	0.5J
Total Number of Nodes	N = 100,200,300
Network Area	AXA (100X100)m^2
Rounds	2000
e_{elec}	50n J/bit
Free Space loss (ε_{fs})	10p J/bit/m^2

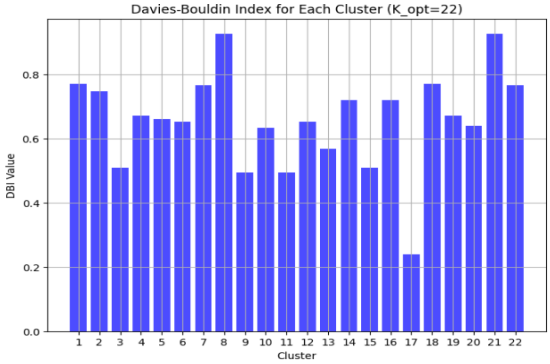
TABLE II. HYPERPARAMETERS OF PROPOSED MODEL

Hyperparameters	**Values**
BIRCH – Threshold (T)	0.5
BIRCH - n_clusters	Determined by K_{opt}
t-SNE - Perplexity	30
t-SNE - Learning Rate	200
t-SNE - Number of Iterations	1000
t-SNE - Dimensions	2

RESULTS AND DISCUSSIONS

The proposed model evaluates the quality of clusters using the Davies-Bouldin Index (DBI). Figure 3(a) illustrates the DBI of 0.70 for a deployment of 100 nodes in an area of 100x100, showcasing the model's clustering efficiency. As the node density increases, the DBI values remain consistent, indicating stable cluster formation. In Figure 3(b), the DBI is recorded at 0.71 for 200 nodes, while Figure 3(c) shows a slight increase in the DBI to 0.73 for 300 nodes. These results highlight the model's capability to maintain efficient clustering even as the number of deployed nodes increases.

The proposed model is accessed with other models such as IGWOEx-GWO (Seyyedabbasi, 2023) and HGWO-FF (Dev & Mishra, 2024). The graph shows a comparison of the number of live nodes over multiple rounds for the proposed algorithm, IGWOEx-GWO and HGWO-FF. The vertical axis represents the number of alive nodes, while the horizontal axis indicates the number of rounds. Figure 4 shows that the proposed algorithm outperforms the other two.



3.a. Cluster DBI for 100 nodes

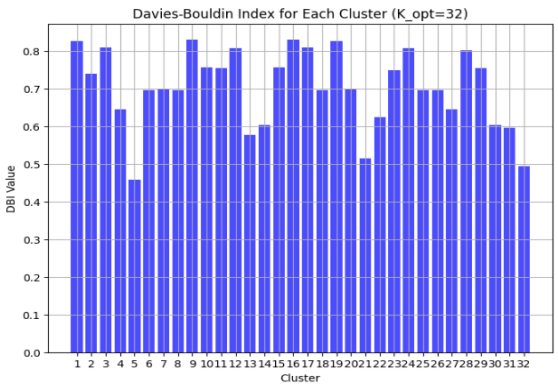


Fig.3.b. Cluster DBI for 200 nodes

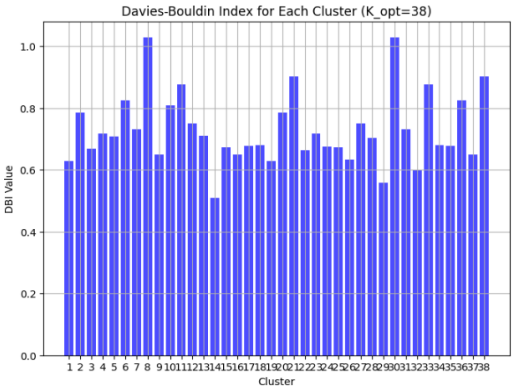


Fig.3.c. Cluster DBI for 300 nodes

The proposed method sustains the network for a significantly longer duration, with nodes remaining active until around 1600 rounds, whereas IGWOEx-GWO and HGWO-FF experience node depletion much earlier, at approximately 700 and 600 rounds, respectively. This suggests that the proposed algorithm is more energy-efficient, resulting in an extended network lifetime compared to the other tested algorithms.

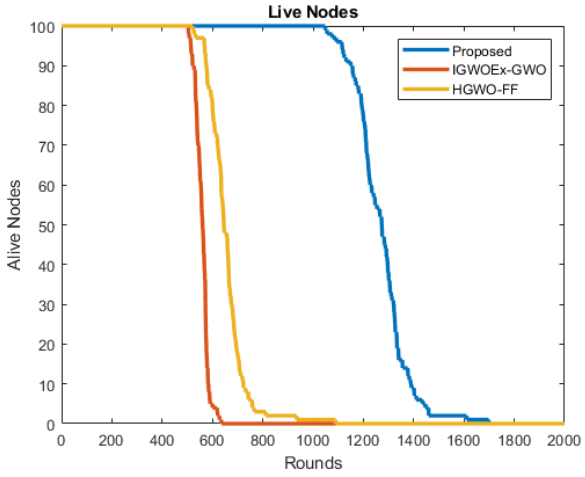


Fig.4. Comparison of Alive nodes in 100 node network

Table III provides a comparative analysis of Proposed, IGWOEx-GWO, and HGWO-FF across three different network sizes (100, 200, and 300 nodes) based on key performance indicators such as the number of rounds for the First Node Dead (FND) and Last Node Dead (LND), the total number of packets transmitted, and the residual energy. In the case of 100 nodes, the proposed algorithm performs the best, with the FND occurring at 1050 rounds and LND at 1698 rounds. This demonstrates a substantial improvement over IGWOEx-GWO and HGWO-FF, where nodes die earlier (FND at 505 and 653 rounds, respectively). The proposed method also results in a significantly higher number of packets transmitted (23,181 at FND and 30,255 at LND) and greater energy efficiency, with residual energy levels of 8.39J at FND and 0.0615mJ at LND.

For the 200-node scenario, the proposed algorithm again outperforms the others, achieving FND at 1023 rounds and LND at 1735 rounds, in contrast to IGWOEx-GWO (FND at 515, LND at 650) and HGWO-FF (FND at 576, LND at 1235). This result highlights the robustness

TABLE III. NETWORK ANALYSIS TABLE

100 Nodes in a network									
	Round			Total number of packets transmitted			Residual energy in J		
100 Nodes	Proposed	IGWOEx-GWO	HGWO-FF	Proposed	IGWOEx-GWO	HGWO-FF	Proposed	IGWOEx-GWO	
FND	1050	505	653	23181	9620	6928	8.399656	4.6594249	
LND	1698	637	1158	30255	11255	19229	6.15E-05	0.0003969	
200 Nodes in a network									
	Round			Total number of packets transmitted			Residual energy in J		
200 Nodes	Proposed	IGWOEx-GWO	HGWO-FF	Proposed	IGWOEx-GWO	HGWO-FF	Proposed	IGWOEx-GWO	
FND	1023	515	576	30029	15084	13980	17.4849	7.8476226	
LND	1735	650	1235	40451	17168	17541	1.08E-05	0.000127	
300 Nodes in a network									
	Round			Total number of packets transmitted			Residual energy in J		
300 Nodes	Proposed	IGWOEx-GWO	HGWO-FF	Proposed	IGWOEx-GWO	HGWO-FF	Proposed	IGWOEx-GWO	
FND	1031	495	513	41294	19087	17092	25.0501	17.447658	
LND	1853	695	1424	53661	22468	23273	1.81E-04	6.01E-06	

of the proposed approach in maintaining live nodes for longer durations, which is crucial for prolonging the network's lifespan. The total number of packets transmitted by the proposed method is also higher (30,029 at FND and 40,451 at LND), indicating better throughput. Additionally, the proposed algorithm shows higher energy efficiency, with residual energy values of 17.48 J at FND and 0.0108m J at LND, as compared to the other two methods.

In the 300-node network, the proposed algorithm achieves the best results again, with FND at 1031 rounds and LND at 1853 rounds. IGWOEx-GWO and HGWO-FF show inferior performance, with FND at 495 and 513 rounds and LND at 695 and 1424 rounds, respectively. Furthermore, the proposed algorithm outperforms in terms of packet transmission, with 41,294 packets transmitted at FND and 53,661 at LND. This suggests that the proposed method handles higher network loads more effectively. The residual energy levels for the proposed algorithm also indicate better energy management (25.05J at FND and 0.181mJ at LND), outperforming IGWOEx-GWO and HGWO-FF in both energy efficiency and network longevity.

CONCLUSION AND FUTURE WORK

In conclusion, the proposed optimization model effectively enhances energy utilization and prolongs the network lifetime in wireless sensor networks. By employing the BIRCH algorithm for clustering and utilizing t-SNE for dimensionality reduction in conjunction with the Dingo algorithm for optimal cluster head selection, the model achieves superior performance in terms of energy efficiency, packet transmission, and network longevity. The simulation results demonstrate that the proposed model significantly outperforms existing methods such as IGWOEx-GWO and HGWO-FF across various node scenarios.

For future work, the model can be further refined by exploring other feature reduction techniques and alternative metaheuristic algorithms to improve the robustness and scalability of the network. Additionally, incorporating real-time node mobility and dynamic environmental factors into the model could enhance its applicability to diverse real-world monitoring scenarios.

a capacity; in the educational sciences, it is a distinct ability specific to living things. Intelligence is thought to be developed over time from birth to adulthood, and according to the form and state of development, it causes reconstruction in the abilities of humans (Schmidt, 2012). With the help of the reconstruction process, as a result, people can be more talented, knowledgeable, intelligent, and creative.

REFERENCES

Rajendran, S., Domalachenpa, T., Arora, H., Li, P., Sharma, A., & Rajauria, G. (2024). *Hydroponics: Exploring innovative sustainable technologies and applications across crop production, with emphasis on potato mini-tuber cultivation*. Heliyon, 10(5), e26823.

Velazquez-Gonzalez, R. S., Garcia-Garcia, A. L., Ventura-Zapata, E., Barceinas-Sanchez, J. D. O., & Sosa-Savedra, J. C. (2022). *A review on hydroponics and the technologies associated for medium- and small-scale operations*. Agriculture, 12(5), 646.

Nguyen, N. T., McInturf, S. A., & Mendoza-Cózatl, D. G. (2016). *Hydroponics: A versatile system to study nutrient allocation and plant responses to nutrient availability and exposure to toxic elements*. Journal of Visualized Experiments, (113).

Rajaseger, G., et al. (2023). *Hydroponics: Current trends in sustainable crop production*. Bioinformation, 19(9), 925–938.

Bejaxhin, A. B. H., et al. (2024). *Revolutionizing agriculture: A comprehensive research on IoT-controlled fluid circulation in hydroponics using plumbed PVC planting pipes for enhanced crop growth and disease detection with CFD analysis*. Environmental Fluid Mechanics.

Dutta, M., et al. (2023). *Evaluation of growth responses of lettuce and energy efficiency of the substrate and smart hydroponics cropping system*. Sensors, 23(4).

Edwin, B., et al. (2022). *Smart agriculture monitoring system for outdoor and hydroponic environments*. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 25(3), 1679.

Cambra, C., Sendra, S., Lloret, J., & Lacuesta, R. (2018). *Smart system for bicarbonate control in irrigation for hydroponic precision farming*. Sensors, 18(5), 1333.

Hada, R. P. S., & Srivastava, A. (2024). *Dynamic cluster head selection in WSN*. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 23(4), 1–27.

Daneshvar, S. M. M. H., & Mazinani, S. M. (2023). *On the best fitness function for the WSN lifetime maximization: A solution based on a modified Salp Swarm Algorithm for centralized clustering and routing*. IEEE Transactions on Network and Service Management, 20(4), 4244–4254. https://doi.org/10.1109/TNSM.2023.3283248

Houssein, E. H., Saad, M. R., Djenouri, Y., Hu, G., Ali, A. A., & Shaban, H. (2024). *Metaheuristic algorithms and their applications in wireless sensor networks: Review, open issues, and challenges*. Cluster Computing.

Cumo, F., Piras, G., Pennacchia, E., & Cinquepalmi, F. (2020). *Optimization of design and management of a hydroponic greenhouse by using BIM application software*. International Journal of Sustainable Development and Planning, 15(2), 157–163.

Raj, B., Ahmedy, I., Idris, M. Y. I., & Noor, R. Md. (2022). *A survey on cluster head selection and cluster formation methods in wireless sensor networks*. Wireless Communications and Mobile Computing, 2022, 1–53.

Sekaran, K., et al. (2020). *An energy-efficient cluster head selection in wireless sensor network using grey wolf optimization algorithm*. TELKOMNIKA, 18(6), 2822.

Reddy, M. R., Ravi Chandra, M. L., Venkatramana, P., & Dilli, R. (2023). *Energy-efficient cluster head selection in wireless sensor networks using an improved grey wolf optimization algorithm*. Computers, 12(2), 35.

Priyanka, B. N., Jayaparvathy, R., & DivyaBharathi, D. (2022). *Efficient and dynamic cluster head selection for improving network lifetime in WSN using whale optimization algorithm*. Wireless Personal Communications, 123(2), 1467–1481.

Kathiroli, P., & Selvadurai, K. (2022). *Energy efficient cluster head selection using improved Sparrow Search Algorithm in Wireless Sensor Networks*. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 34(10), 8564–8575.

Srivastava, A., & Mishra, P. K. (2024). *IDA: Improved dragonfly algorithm for load balanced cluster heads selection in wireless sensor networks*. Peer-to-Peer Networking and Applications, 17(4), 2315–2333.

Lee, J.-Y., Jung, K.-D., Shrestha, B., Lee, J., & Cho, S. (2014). *Energy efficiency improvement of a cluster head selection for wireless sensor networks*. International Journal of Smart Home, 8(3), 9–18.

Lin, C., Han, G., Wang, T., Bi, Y., Du, J., & Zhang, B. (2021). *Fast node clustering based on an improved BIRCH algorithm for data collection towards software-defined underwater acoustic sensor networks*. IEEE Sensors Journal, 21(22), 25480–25488. https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3055948

Davies, D. L., & Bouldin, D. W. (1979). *A cluster separation measure*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-1(2), 224–227.

Mukherjee, S. (2017). *t-SNE based feature extraction technique for multi-layer perceptron neural network classifier*. In 2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICICT), Kerala State, Kannur, India.

Aravind, K., & Maddikunta, P. K. R. (2022). *Dingo optimization based cluster based routing in Internet of Things*. Sensors, 22(20), 8064.

Benrebbouh, C., & Louail, L. (2021). *Dynamic TDMA for Wireless Sensor Networks*. In 2021 30th Wireless and Optical Communications Conference (WOCC), Taipei, Taiwan, 204–208. https://doi.org/10.1109/WOCC53213.2021.9602892

Seyyedabbasi, A., Kiani, F., Allahviranloo, T., Fernandez-Gamiz, U., & Noeiaghdam, S. (2023). *Optimal data transmission and pathfinding for WSN and decentralized IoT systems using I-GWO and Ex-GWO algorithms*. Alexandria Engineering Journal, 63, 339–357.

Dev, J., & Mishra, J. (2024). *Energy efficient routing in cluster based heterogeneous wireless sensor network using hybrid GWO and firefly algorithm*. Wireless Personal Communications, 137(2), 997–1028.

EXPLORING APPLICATION OF HIGHER RADIX MULTI-VALUED LOGIC (MVL) IN SEMICONDUCTOR DESIGN

Prof. Dr. Afaq Ahmad

Faculty of Department of Mathematics and Computer Science

Modern College of Business and Science, Oman

(Responsible Author) ORCID: 0000-0002-8592-1612

Ms. Shamseera M. K.

Faculty of Department of Mathematics and Computer Science

Modern College of Business and Science, Oman

Dr. Chia Zargeh

Faculty of Department of Mathematics and Computer Science

Modern College of Business and Science, Oman

Dr. Lakshmi Pulipaka

Faculty of Department of Mathematics and Computer Science

Modern College of Business and Science, Oman

Ms. Ameefa P. K.

Faculty of Department of Mathematics and Computer Science

Modern College of Business and Science, Oman

ABSTRACT

Multi-Valued Logic (MVL) systems, particularly quaternary (4-level) and ternary (3-level) logic circuits, present promising alternatives to traditional binary logic in Very-Large-Scale Integration (VLSI) design. By encoding more information per signal, MVL systems can potentially reduce interconnect complexity and enhance data density, addressing the challenges posed by scaling in modern semiconductor technologies. This paper explores the theoretical foundations for higher radix MVL. Through this paper we first develop the truth tables for various logic gates for the higher radix MVL. We analyze the advantages and limitations of MVL in VLSI applications, including power consumption, area efficiency, and susceptibility to process variations.

Keywords: Multiple-Valued Logic (MVL)**,** Quaternary Logic**,** Ternary Logic**,** VLSI Design**,** Interconnect Complexity**,** Data Density**,** Low-Power Circuit.

INTRODUCTION

The continuous scaling of semiconductor devices has led to significant challenges in Very-Large-Scale Integration (VLSI) design, particularly concerning interconnect complexity and data density. Traditional binary logic circuits, while well-understood and widely implemented, face limitations in meeting the performance and density requirements of modern applications. Multiple-Valued Logic (MVL) systems, which utilize more than two logic levels, offer a promising alternative by encoding more information per signal. Among MVL systems, quaternary (4-level) and ternary (3-level) logic circuits have garnered attention for their potential to reduce interconnect complexity and increase data density. This paper delves into the principles, design methodologies, and applications of quaternary and ternary logic circuits in VLSI systems Daneil, 2020; (Das et al., 210).

Logic gates typically operate on binary levels (0 and 1). However, in MVL systems, each signal can represent multiple discrete levels, as opposed to the binary system's two levels. For instance, in a ternary or quaternary system, a signal can represent three or four distinct levels, typically denoted as 0, 1 and 2 or 0, 1, 2, and 3 respectively. This multi-level encoding allows for the representation of more information per signal, potentially reducing the number of interconnects required for data transmission. Table 1 shows a typical encoding of 4-level logic values (quaternary) (Hurst, 2019).

Table 1: 4-Level MVL (Quaternary) encoding

Symbol	Meaning (sometimes)
0	FALSE / Low
1	Intermediate / Weak Low
2	Intermediate / Weak High
3	TRUE / High

MVL Advantages and Challenges

(Mehdi et al., 2019; Shams et al., 2024; Afaq 2017).

Advantages of MVL Systems

- Reduced Interconnect Complexity: By encoding more information per signal, MVL systems can decrease the number of interconnects. This helps mitigate the challenges associated with longer interconnect lengths and increased Resistive-Capacitive (RC) delays in scaled-down technologies.
- Increased Data Density: MVL systems can store and process more data within the same physical space, enhancing the data throughput and storage capacity of integrated circuits.
- Potential Power Savings: With fewer interconnects and reduced switching activity, MVL systems may offer power consumption benefits, which is crucial for battery-operated and mobile devices.

Challenges and Limitations

- Design Complexity: Implementing MVL circuits requires more complex design methodologies and tools, as traditional binary design techniques may not be directly applicable.
- Process Variations: MVL circuits are more susceptible to process variations, which can affect the accuracy and reliability of multi-level signals.

- Device Requirements: MVL systems often necessitate specialized devices, such as Carbon Nanotube Field-Effect Transistors (CNFETs) or Graphene Nano-Ribbon FETs (GNRFETs), to achieve distinct and stable multi-level states.

LOGIC GATES IN MVL SENARIO

Industry is more focused on binary (2-level) and ternary/quaternary (3- or 4-level) MVL systems due to a better trade-off between performance, complexity, and manufacturability. Tables 2, 3 and 4 rebrushes the truth tables for 2, 3 and 4 levels respectively.

Tables 2: Truth Table of Logic Gates – MVL (2)

A	B	OR	AND	NOT A	XOR	NAND	NOR	XNOR
0	0	0	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	0	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1

Tables 3: Truth Table of Logic Gates – MVL (3)

A	B	NOT A	AND	OR	NAND	NOR	XOR	XNOR
0	0	2	0	0	2	2	0	2
0	1		0	1	2	1	1	1
0	2		0	2	2	0	2	0
1	0	1	0	1	2	1	1	1
1	1		1	1	1	1	1	1
1	2		1	2	1	0	1	1
2	0	0	0	2	2	0	2	0
2	1		1	2	1	0	1	1
2	2		2	2	0	0	0	2

Tables 4: Truth Table of Logic Gates – MVL (4)

A	B	OR	AND	NOT A	XOR	NAND	NOR	XNOR
0	0	0	0	3	0		3	0
0	1	1	0		1	3	2	3
0	2	2	0		2	3	1	2
0	3	3	0		3	3	0	1
1	0	1	0	2	1	3	2	3
1	1	1	1		2	2	2	2
1	2	2	1		3	2	1	1
1	3	3	1		0	2	0	0
2	0	2	0	1	2	3	1	2
2	1	2	1		3	2	1	1
2	2	2	2		0	1	1	0
2	3	3	2		1	1	0	3
3	0	3	0	0	3	3	0	1
3	1	3	1		0	2	0	0
3	2	3	2		1	1	0	3
3	3	3	3		2	0	0	2

METHODOLOGY FOR BOOLEAN FUNCTION AND TRUTH TABLE

For testing we considered the following function Function:

$F_{(A, B)} = A'B+AB'$.

The tables 5 and 6 depict the simulated results for MVL (2) and MVL (3) respectively.

Table 5: Simulated Results for MVL (2)

A	B	A'	B'	A'B	AB'	F = A'B + AB'
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0

Table 6: Simulated Results for MVL (3)

A	**B**	**A'**	B'	**AB'**	**A'B**	**AB'+A'B**	**XOR**	**XNOR**
0	0	2	2	0	0	0	0	2
0	1	2	1	0	1	1	1	0
0	2	2	0	0	2	2	2	0
1	0	1	2	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	2	2
1	2	1	0	0	1	1	0	0
2	0	0	2	2	0	2	2	0
2	1	0	1	1	0	1	0	0
2	2	0	0	0	0	0	1	2

CONCLUSION AND DISCUSSION

As of 2025, MVL remains largely at the research and prototyping stage within the semiconductor industry. Academic institutions and advanced research labs have demonstrated small-scale MVL circuits using emerging devices such as CNFETs, quantum-dot structures, and memristors. Some startups and research initiatives are experimenting with MVL in specialized low-power applications, like neuromorphic and edge computing. However, mainstream semiconductor fabrication nodes (e.g., 5nm, 3nm CMOS) are still dominated by binary logic due to mature toolchains and design infrastructure. Key barriers to MVL adoption include the need for new fabrication-compatible devices, higher sensitivity to noise, and lack of standard MVL design libraries. Despite these hurdles, the potential advantages of MVL are driving continued research investments from major industry players exploring post-CMOS technologies (Husna et.al, 2023; Husana et al. 2022; Husain et al., 2023; Afaq, 2017).

Acknowledgement

The authors would like to extend their heartfelt thanks to the Modern College of Business & Science (MCBS) in Oman for the invaluable support and resources that made this research possible. The collaborative atmosphere at MCBS was instrumental in the completion of this paper. We also wish to acknowledge our colleagues for their significant contributions, which greatly enriched the research process.

REFERENCES

Afaq . (2017): *Challenges for test and fault-tolerance due to convergence of electronics, semiconductor systems and computing*, IEEE Int'l Conference on Infocom Technologies and Unmanned Systems (Trends and Future Directions) (ICTUS), Amity University, Int'l Academic City, Dubai, UAE, 18-20 Dec., pp. 64-68. [IEEE Xplore-Scopus].

Daniel E (2020). *Multivalued Circuits and Interconnect Issues:* arXiv:2012.01267 [cs. AR] https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.01267

Das A, Alam, MJ and Hasanuzzaman M (2010). *Multiple-Valued Logic in VLSI: Challenges and Opportunities*. In *Proc. IEEE ICCIT, 615–620.*
https://doi.org/10.1109/ICCITECHN.2010.5723948

Hurst, S. L. (2019). *Multiple-Valued Logic Circuits: A Survey*. *Circuits, Systems, and Signal Processing*, 38, 4757–4783. https://doi.org/10.1007/s00034-019-01063-8.

Husna HK, Afaq A, Nirmal D, Tarhuni N and Medhat HAA (2022): *NOT Gate Realization using GaN HEMT Graded Channel Technology:* Internatıonal Congress on Socıal Scıences, Chına to Adrıatıc-XIV (ICSSA - XIV), Kayseri, Turkey, pp. 279-284 June 10-12, 2022. ISBN – 978-625-8323-42-9 IKSAD Global.

Husna HK, Afaq A and Nirmal D (2023): *On Time Delay Analysis of GaN HEMT Inverter - Most Suitable for the application in high-speed digital circuits:* IJCSPUB, 13 (1). ISSN: 2250-1770.

Hussain S, Raheem MA and Afaq A (2023): *Memory compiler performance prediction using recurrent neural network:* IEEE Int'l conference, Devices for Integrated Circuit (DevIC), Kalyani, India, 7-8 April, pp. 490-495. [IEEE Xplore-Scopus].

Mehdi T, Reza FM, Keivan N (2019). *Analytical Review of Noise Margin in MVL:* Springer Science, pp.1-22.

Shams UH, Erfan A, Tabassum K. and Vijay S (2024): *Energy-Efficient Design of Quaternary Logic Gates and ArithmeticCcircuits using Hybrid CNTFET-RRAM Technology:* Physica Scripta 99(8), pp. 1-41. DOI: 10.1088/1402-4896/ad6194

ÖZEL EĞİTİME ERİŞİM BAĞLAMINDA EĞİTİM HAKKI VE EŞİTLİK: ULUSAL VE ULUSLARARASI DÜZENLEMELERIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

THE RIGHT TO EDUCATION AND EQUALITY IN THE CONTEXT OF ACCESS TO SPECIAL EDUCATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF NATIONAL AND INTERNATIONAL REGULATIONS

Doç. Dr. Hüsnü ERGÜN

Pamukkale Üniversitesi, Acıpayam MYO

ORCID NO: 0000-0002-5501-8019

ÖZET

Bu çalışma, özel eğitim ihtiyacı olan bireylerin eğitim hakkına erişiminde eşitlik ilkesinin nasıl sağlandığını, ulusal ve uluslararası düzenlemeler bağlamında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Eğitim hakkı, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de anayasal düzeyde güvence altına alınmış en temel insan haklarından biridir. Ancak özel eğitim gereksinimi olan bireyler, bu haktan eşit şekilde yararlanma konusunda ciddi yapısal ve uygulamaya dönük engellerle karşılaşmaktadır. Bu çalışma, özel eğitim ihtiyacı duyan bireylerin eğitim hakkını gerçekleştirme sürecinde eşitlik ilkesinin nasıl sağlandığını ulusal ve uluslararası yasal düzenlemeler bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, UNESCO'nun Eğitimde Ayrımcılıkla Mücadele Sözleşmesi (1960), Herkes İçin Eğitim Bildirisi (1990) ve Türkiye Cumhuriyeti Millî Eğitim Bakanlığı'nın Özel Eğitim Hakkına Dair Yasal Düzenlemeleri (2022) karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın amacı, bu belgelerin kapsayıcı eğitim uygulamalarına ne ölçüde rehberlik ettiğini ve eğitimde erişilebilirlik ile eşitlik ilkelerini nasıl ele aldığını değerlendirmektir. Bu çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan doküman analizi tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Veri kaynaklarını, eğitim hakkı, eşitlik ve özel eğitime erişim temalarına odaklanan üç resmi belge oluşturmaktadır: (1) UNESCO'nun Eğitimde Ayrımcılıkla Mücadele Sözleşmesi (1960), (2) UNESCO'nun Herkes İçin Eğitim Bildirisi (1990), ve (3) Türkiye Cumhuriyeti Millî Eğitim Bakanlığı'nın Özel Eğitim Hakkına Dair Yasal Düzenlemeleri (2022). Belgeler, nitel içerik analizi yöntemiyle incelenmiş, kapsayıcılık, yasal güvenceler ve uygulama mekanizmaları gibi temel kavramlar açık kodlama yoluyla belirlenmiş ve temalar altında gruplanmıştır. Analiz sürecinde uzman görüşlerine başvurularak çalışmanın geçerliği artırılmıştır. Elde edilen bulgular, incelenen üç belgenin de eğitimde eşitlik ilkesine güçlü biçimde vurgu yaptığını göstermektedir. UNESCO belgeleri ayrımcılık karşıtı ve kapsayıcı vizyona dayalı güçlü normatif çerçeveler sunmakta, ancak uygulamaya dair somut yönlendirmeler açısından sınırlı kalmaktadır. Buna karşılık, Türkiye'deki yasal düzenlemeler; bireyselleştirilmiş eğitim programları (BEP), destek eğitim odaları ve kaynaştırma uygulamaları gibi daha somut ve uygulanabilir modeller sunmaktadır. Ancak bu düzenlemelerde eşitlik genellikle yalnızca fiziksel erişimle sınırlı tutulmakta, pedagojik ve toplumsal boyutlar yeterince dikkate alınmamaktadır. Bulgular, özel gereksinimli bireylerin eğitime tam katılımının sağlanması için yasal güvencelerin yanı sıra kapsayıcı pedagojik uygulamaların da bütüncül biçimde geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eğitim Hakkı; Özel Eğitim; Eşitlik; Kapsayıcı Eğitim; Hukuki Düzenlemeler; Bireyselleştirilmiş Eğitim Programı (BEP); Eğitim Politikaları.

ABSTRACT

This study aims to examine how the principle of equality is ensured in the realization of the right to education for individuals with special needs, within the framework of national and international regulations. This study aims to examine how the principle of equality is ensured in the realization of the right to education for individuals with special needs, within the framework of national and international regulations. The right to education is one of the most fundamental human rights, constitutionally guaranteed in many countries, including Turkey. However, individuals with special educational needs often face significant barriers in realizing this right equally. This study aims to examine how the principle of equality is ensured in the implementation of the right to education for individuals requiring special education, within both national and international legal frameworks. Specifically, it compares UNESCO's Convention Against Discrimination in Education (1960), the World Declaration on Education for All (1990), and the Turkish Ministry of National Education's Regulations on the Right to Special Education (2022). The purpose is to assess how these documents address inclusive practices and the extent to which they guide educational policies toward accessibility and equality. This study employs a qualitative research design using document analysis. The data sources consist of three official documents selected based on their relevance to the themes of the right to education, equality, and access to special education. The documents are: (1) UNESCO's Convention Against Discrimination in Education (1960), (2) UNESCO's World Declaration on Education for All (1990), and (3) Turkey's Special Education Legal Regulations issued by the Ministry of National Education (2022). These documents were analyzed using qualitative content analysis. Key concepts such as inclusiveness, legal guarantees, and implementation mechanisms were coded and categorized into themes. Expert validation was sought to ensure the credibility of the analysis process. The findings show that all three documents emphasize the importance of equality in education. The UNESCO documents provide strong normative frameworks, focusing on non-discrimination and inclusive vision, but lack detailed guidance on practical implementation. In contrast, the Turkish legal regulations offer more concrete and actionable provisions, including individualized education programs (IEPs), resource rooms, and inclusive education strategies. However, national regulations tend to limit the understanding of equality to physical accessibility, often overlooking pedagogical and social dimensions. The analysis highlights the need for a more holistic approach that combines legal guarantees with inclusive pedagogical practices to ensure full educational participation for individuals with special needs.

Keywords: Right to Education; Special Education; Equality; Inclusive Education; Legal Regulations; Individualized Education Program (IEP); Educational Policies.

GİRİŞ

Eğitim hakkı, çağdaş toplumların en temel insan haklarından biri olarak kabul edilmekte ve bireylerin sosyal, kültürel ve ekonomik yaşama etkin katılımını sağlamada merkezi bir rol oynamaktadır. Anayasal düzeyde güvence altına alınmış olan bu hak, tüm bireyler için eşit fırsatlar temelinde erişilebilir olmalıdır. Ancak toplumsal çeşitlilik içerisinde özel eğitim ihtiyacı olan bireyler, bu hakkı kullanma noktasında önemli zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu bağlamda, eğitimde eşitlik ilkesi sadece fiziki erişimi değil; bireysel farklılıkların gözetildiği, kapsayıcı ve uyarlanmış eğitim ortamlarının sağlanmasını da içermektedir.

Anayasanın 42. maddesine göre "Hiç kimse eğitim ve öğrenim hakkından yoksun bırakılamaz. Devlet, durumları sebebiyle özel eğitime ihtiyacı olanları topluma yararlı kılacak tedbirleri alır" (T.C. Anayasası, 1982). 5378 Sayılı Engelliler Hakkında Kanunun 15. Maddesine göre

engellilerie, özel durumları dikkate alınarak bütünleştirilmiş ortamlarda eğitim verilmesi gerekmektedir (Resmi Gazete, 2005).

Türkiye'de özel eğitime ilişkin hukuki ve yönetsel çerçeve, bireylerin eğitim hakkını gerçekleştirmelerini sağlamaya yönelik çeşitli düzenlemeler içermektedir. 573 sayılı Özel Eğitim Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, özel eğitim gerektiren bireylerin "ilgi, istek, yeterlilik ve yetenekleri doğrultusunda ve ölçüsünde özel eğitim hizmetlerinden yararlandırılmasını" esas almakta ve bu bireylerin eğitsel performanslarına göre bireyselleştirilmiş eğitim planlarıyla desteklenmesini öngörmektedir (MEB, 1997). Bu düzenleme, özel eğitime erken başlamanın ve bireylerin sosyal çevrelerinden mümkün olduğunca ayrılmadan eğitilmelerinin gerekliliğine de vurgu yapmaktadır.

2006 yılında yürürlüğe giren ve zaman içinde güncellenen Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği, bu temel yaklaşımı daha ayrıntılı biçimde yapılandırmıştır.. Yönetmelik, özel eğitim ihtiyacı olan bireylerin eğitim haklarından tam anlamıyla yararlanmaları için gerekli olan usul ve esasları belirlemekte, erken tanılama, bireyselleştirilmiş eğitim programları (BEP), destek eğitim odaları ve kaynaştırma uygulamaları gibi hizmet modelleri ile eğitimde fırsat eşitliğini gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2022).

Özellikle destek eğitim odaları, kaynaştırma/bütünleştirme yoluyla eğitime devam eden öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarını karşılamak ve akademik başarılarını artırmak amacıyla oluşturulmuş özel destek yapılarıdır. Destek Eğitim Odası Genelgesi (2021), bu odaların işleyişine, öğretmen görevlendirmelerine ve öğrenci planlamalarına ilişkin ayrıntılı esasları içermektedir. Bu uygulama, öğrencilerin hem örgün eğitim sistemine entegrasyonunu güçlendirmekte hem de bireysel destek almalarını mümkün kılmaktadır (MEB, 2021).

Bu çalışma, yukarıda belirtilen yasal ve yönetsel belgeler doğrultusunda eğitim hakkının ve eşitliğin özel eğitime erişim bağlamında nasıl şekillendiğini incelemeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda, bu düzenlemelerin kapsayıcı eğitimin uygulanabilirliğine ne derece katkı sunduğunu karşılaştırmalı bir perspektifle analiz etmeyi hedeflemektedir.

YÖNTEM

Araştırmanın Türü

Bu çalışma, nitel araştırma desenlerinden doküman analizi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veri kaynaklarını, eğitim hakkı, eşitlik ve özel eğitime erişim temaları bağlamında seçilmiş üç temel belge oluşturmaktadır: 1. Eğitimde Ayrımcılıkla Mücadele Sözleşmesi (UNESCO, 1960), 2. Herkes İçin Eğitim: Dünya Eğitim Konferansı Bildirisi (UNESCO, 1990), 3. Türkiye Cumhuriyeti Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan Özel Eğitim Hakkına Dair Yasal Düzenlemeler (MEB, 2022). Bu belgeler, içerik analizi yöntemiyle incelenmiş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Veri Toplama Süreci

İncelemeye alınan tüm dokümanlar kamuya açık ulusal ve uluslararası kaynaklardan temin edilmiştir. Belgeler öncelikle bütüncül bir yaklaşımla okunmuş, ardından araştırma sorularıyla ilişkili bölümler sistematik biçimde işaretlenmiştir. Bu süreçte, eğitim hakkının tanımı, eşitliğin kapsamı ve özel eğitime erişimin dayanakları belirlenerek ayrıntılı bir analiz planı oluşturulmuştur.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada kullanılan dokümanların resmi ve güvenilir kaynaklara dayanması, çalışmanın geçerlik ve güvenirlik düzeyini artırmaktadır. Belgelerin kamuya açık olması, içeriğe araştırmacı müdahalesi bulunmaması ve verilerin denetlenebilir olması çalışmanın şeffaflığını desteklemektedir. Ayrıca, analiz sürecinde uzman görüşlerine başvurularak içerik geçerliliği sağlanmıştır.

Veri Analizi

Verilerin analizi, nitel araştırma kapsamında yer alan içerik analizi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (Elo & Kyngäs, 2008). Bu kapsamda, belgelerde yer alan ilgili ifadeler açık kodlama yoluyla analiz edilmiş, benzer kodlar temalar altında toplanmıştır. Temalar aracılığıyla belgeler arası kavramsal benzerlikler ve farklılıklar belirlenmiş ve bulgular yorumlanmıştır. Özellikle eğitim hakkının normatif çerçevesi, eşitliğe ilişkin vurgular ve özel eğitime erişimle ilgili düzenlemeler karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

Araştırmanın Etik Boyutu

Araştırmada yalnızca kamuya açık belgeler kullanıldığından etik kurul onayına gerek duyulmamıştır. İnsan katılımcı içermeyen bu çalışmada, kaynaklara doğru ve eksiksiz atıf yapılmasına özen gösterilmiş, akademik etik ilkelere titizlikle uyulmuştur.

BULGULAR

Bu belge, üç farklı kaynağın içeriklerini eğitim hakkı, eşitlik ve özel eğitime erişim bağlamında karşılaştırmak üzere hazırlanmıştır. Belgeler sırasıyla özel eğitim hakkına ihtiyacı olan bireylerin yasal hakları, 1990 Herkes için Dünya Eğitim Konferansı Bildirisi ve 1960 UNESCO Eğitimde Ayrımcılıkla Mücadele Sözleşmesi'dir (UNESCO, 1960; UNESCO, 1990; MEB, 2022)

Özel Eğitim İhtiyacı Olan Bireylerin Yasal Hakları (MEB, 2022)

- Ana Tema: Engelli bireylerin eğitime erişim ve eğitim hakları üzerine kapsamlı ulusal ve uluslararası mevzuat incelemesi.

- Amaç: Türkiye'deki özel eğitim ihtiyacı olan bireylerin eğitime erişimini kolaylaştırmak, yasal hakları konusunda rehberlik sağlamak.

- İçerik Özellikleri:

• Anayasa, Engelliler Hakkında Kanun, Özel Eğitim Hakkında KHK gibi ulusal düzenlemeler ele alınır.

• Kaynaştırma, destek eğitim odaları, evde/hastanede eğitim, özel eğitim sınıfları ve BİLSEM uygulamaları detaylandırılmıştır.

• Eğitimde fırsat eşitliği ve erişilebilirlik kavramlarına vurgu yapılır.

• Hizmet veren kamu kurumlarının görev dağılımı açıklanır.

World Declaration on Education for All (UNESCO, 1990)

- Ana Tema: Tüm bireylerin temel öğrenme ihtiyaçlarının karşılanması için küresel eylem çağrısı.

- Amaç: Bireylerin yaşam boyu öğrenme sürecinde temel bilgi, beceri ve değerleri edinmelerini sağlamak.

- İçerik Özellikleri:

• Evrensel eğitim hakkı temel alınır.

• Eğitime erişimde eşitlik, kalite ve kapsayıcılık vurgulanır.

• Kırılgan grupların eğitime dahil edilmesi gerektiği vurgulanır.

• Eğitim sadece okul değil, toplum ve medya aracılığıyla da sağlanmalıdır.

Convention Against Discrimination in Education (UNESCO, 1960)

- Ana Tema: Eğitimde ayrımcılıkla mücadele ve herkes için eşit eğitim fırsatlarının sağlanması.

- Amaç: Eğitimde temele dayalı ayrımcılığı ortadan kaldırmak.

- İçerik Özellikleri:

• Eğitim hakkı bağlamında ayrımcılık açıkça tanımlanır.

• Devletlerin ayrımcılığı önleyecek şekilde yasal ve idari önlemler alması gerekir.

• Dini, dilsel ve özel okul gibi farklılıklar belirli şartlar altında ayrımcılık sayılmaz.

Karşılaştırmalı Tematik Analiz

Aşağıdaki karşılaştırma tablosu, belgelerin temel özelliklerini ana temalar üzerinden özetlemektedir:

Tablo1 Karşılaştırmalı Tematik Analiz

Kriter	Türkiye Rehberi (2022)	Eğitim Herkes İçin (1990)	Ayrımcılıkla Mücadele Sözleşmesi (1960)
Eğitim Hakkı	Ulusal ve uluslararası yasal dayanaklarla ele alır	İnsan hakkı ve kalkınmanın aracı olarak tanımlar	İnsan hakları temelinde ayrımcılığa karşı korur
Hedef Grup	Özel gereksinimli bireyler	Tüm insanlar; özellikle dezavantajlı gruplar	Herkes, özellikle ayrımcılığa uğrayan bireyler
Katılım ve Erişim	Kaynaştırma, destek odaları, ev/hastane eğitimi	Evrensel erişim, eşitlik, cinsiyet temelli önlemler	Ayrımcılığı önleme, erişim eşitliği
Yöntem ve Araçlar	Kurumsal düzenlemeler, uygulamalı modeller	Okul dışı eğitim, medya, toplum temelli öğrenme	Yasal düzenleme, kurumsal denetim
Dil ve Üslup	Hukuki ve uygulayıcı odaklı	Evrensel, idealist ve vizyoner	Hukuki ve tanımsal

Türkiye'deki kılavuz uygulama temelli ve detaylı bir şekilde özel eğitimi düzenlerken, Jomtien Bildirisi eğitim hakkını tüm dünyaya yaymak isteyen vizyoner bir yaklaşım sunar. UNESCO Sözleşmesi ise eğitimde ayrımcılığı hukuki olarak tanımlayıp devletlere net yükümlülükler getirir. Üç belge birlikte değerlendirildiğinde, eğitimin hem evrensel bir hak hem de ayrımcılıktan arındırılmış bir ortamda sunulması gereken bir kamu hizmeti olduğu ortaya konmaktadır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma, eğitim hakkı, eşitlik ve özel eğitime erişim konularında hem ulusal hem de uluslararası düzeyde oluşturulan yasal ve politik belgelerin içerik analizine dayalı olarak, özel eğitime dair mevcut normatif çerçeveyi karşılaştırmalı biçimde değerlendirmektedir. Elde edilen bulgular, her üç belgenin (UNESCO, 1960; UNESCO, 1990; MEB, 2022) eğitimde eşitlik ilkesini merkeze almakla birlikte, farklı bağlam ve hedef gruplara yönelik çeşitli stratejiler içerdiğini göstermektedir.

UNESCO'nun 1960 tarihli Eğitimde Ayrımcılıkla Mücadele Sözleşmesi, eğitimde ayrımcılığın açık bir biçimde tanımlanarak yasal çerçeveye kavuşturulmasını hedeflemekte; devletlere ayrımcılığı önleyici önlemler alma yükümlülüğü getirmektedir (UNESCO, 1960). Bu yönüyle belge, hukuki bir norm olarak eğitimde eşitliği tanımlamakta ve özel ya da farklı koşullardaki bireylerin dışlanmasını önlemeye dönük genel ilkeler sunmaktadır. Öte yandan, belge kapsamı oldukça genel kalmakta ve uygulamaya ilişkin detayları içermemektedir.

1990 tarihli Herkes İçin Eğitim Bildirisi ise eğitim hakkını sadece yasal bir düzenleme olarak değil, aynı zamanda kalkınmanın ve sosyal adaletin aracı olarak ele almakta; özellikle kırılgan ve dışlanma riski altındaki grupların eğitime erişimini önceleyen vizyoner bir çerçeve sunmaktadır (UNESCO, 1990). Bu bağlamda belge, birey merkezli bir öğrenme anlayışını benimsemekte, eğitimde çeşitlilik ve kapsayıcılık ilkelerine vurgu yapmaktadır. Ancak bildirinin evrensel niteliği, pratik uygulamalara yönelik bağlamdan uzaklaşmasına neden olmakta; bu durum da yerel düzeyde uygulama açısından belirsizlikler doğurabilmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan ve 2022 yılında güncellenen Özel Eğitim Hakkına Dair Yasal Düzenlemeler ise uygulama odaklı bir belge olarak dikkat çekmektedir. Belge, özel gereksinimli bireylerin eğitim haklarını tanımlarken, destek eğitim odaları, bireyselleştirilmiş eğitim programları (BEP), kaynaştırma uygulamaları ve evde/hastanede eğitim gibi somut modeller üzerinden kapsayıcı eğitimin hayata geçirilmesine olanak sağlamaktadır (MEB, 2022). Bu yönüyle Türkiye'deki düzenleme, diğer iki uluslararası belgeye kıyasla daha somut, kurumsal ve yönetsel araçlarla desteklenmiş bir uygulama modeli sunmaktadır.

Bununla birlikte, Türkiye'deki belge uygulama düzeyine ilişkin ayrıntılar sunarken, bazı durumlarda eşitlik ilkesinin yalnızca fiziksel erişimle sınırlandığı görülmektedir. Halbuki UNESCO belgelerinde olduğu gibi (UNESCO, 1990), eğitimde eşitlik; pedagojik yaklaşımlar, materyallerin erişilebilirliği ve öğretmen eğitimi gibi unsurları da içerecek biçimde çok boyutlu olarak ele alınmalıdır. Ayrıca, Türkiye'deki düzenlemelerin yasal altyapısının güçlü olmasına karşın, uygulamada öğretmenlerin yeterliliği, okul kaynaklarının eşit dağılımı ve toplumsal farkındalık düzeyi gibi etkenlerin yeterince bütüncül ele alınmadığı görülmektedir.

Çalışmanın yöntemi olan doküman analizi, eğitim hakkı gibi normatif çerçeveleri tartışmak için uygun bir yol sunmuş olsa da, yalnızca belgeler üzerinden yapılan analizlerin sahadaki uygulamalara dair sınırlı veri sağladığı unutulmamalıdır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Dolayısıyla, bu çalışmadan elde edilen bulguların gelecekte yapılacak nitel saha

araştırmalarıyla desteklenmesi, hem politika hem de uygulama düzeyinde daha bütüncül bir değerlendirme yapılmasına katkı sunacaktır.

Sonuç olarak, analiz edilen üç belge birlikte değerlendirildiğinde, eğitim hakkının yalnızca bir anayasal ya da yasal güvence değil; aynı zamanda eşitlik, erişilebilirlik ve kapsayıcılık ilkeleriyle somut biçimde hayata geçirilmesi gereken çok yönlü bir kamu hizmeti olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, uluslararası normların sunduğu vizyonla ulusal uygulama modellerinin bütünleştirilmesi, özel eğitim gereksinimi olan bireylerin eğitim hakkından tam anlamıyla yararlanabilmeleri için temel bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

REFERENCES

Millî Eğitim Bakanlığı. 573 Sayılı Özel Eğitim Hakkında Kanun Hükmünde Kararname. Resmî Gazete. 6 Haziran 1997;23011. Accessed June 2, 2025. https://orgm.meb.gov.tr/www/kanunkhk/icerik/1957

Millî Eğitim Bakanlığı. Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği. Resmî Gazete. 25 Ekim 2022;31994. Accessed June 2, 2025. https://orgm.meb.gov.tr/www/mevzuat-yonetmelik/icerik/1958

Millî Eğitim Bakanlığı. Destek Eğitim Odası Uygulama Esasları Genelgesi. 2021. Accessed June 2, 2025. https://orgm.meb.gov.tr/www/mevzuat-genelge/icerik/1959

Resmî Gazete. 5378 Sayılı Engelliler ve Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun. 2005. Accessed June 2, 2025. https://orgm.meb.gov.tr/www/kanunkhk/icerik/1957

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası. 1982. Accessed June 2, 2025. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2709&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5

UNESCO. World Declaration on Education for All and Framework for Action to Meet Basic Learning Needs. 1990. Accessed June 2, 2025. https://www.humanium.org/en/world-declaration-on-education-for-all/

Millî Eğitim Bakanlığı. Özel eğitim ihtiyacı olan bireylerin yasal hakları. 2022. Accessed June 2, 2025. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2025_01/22170504_22144036_bireylerin_yasal_haklari1.pdf

UNESCO. Convention against discrimination in education. 14 Aralık 1960. Accessed June 2, 2025. https://www.unesco.org/en/legal-affairs/convention-against-discrimination-education

Elo S, Kyngäs H. The qualitative content analysis process. J Adv Nurs. 2008;62(1):107-115. doi:10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x

Yıldırım A, Şimşek H. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. 8th ed. Ankara: Seçkin Yayıncılık; 2011.

YAŞAM BOYU ÖĞRENEN TOPLUM YOLUNDA BIR KURUMSAL AKTÖR: HAYAT BOYU ÖĞRENME GENEL MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN DÖNÜŞÜMÜ

A INSTITUTIONAL ACTOR ON THE PATH TO A LIFELONG LEARNING SOCIETY: THE TRANSFORMATION OF THE DIRECTORATE GENERAL FOR LIFELONG LEARNING

Doç. Dr. Hüsnü ERGÜN

Pamukkale Üniversitesi, Acıpayam MYO

ORCID NO: 0000-0002-5501-8019

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'de hayat boyu öğrenme (HBÖ) politikalarının şekillenmesinde ve kurumsallaşmasında merkezi bir aktör konumunda olan Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü'nün (HBÖG) tarihsel gelişimini, kurumsal yapısını, yürütmekte olduğu projeleri, hizmet sunduğu hedef grupları ve geleceğe yönelik vizyonunu incelemeyi amaçlamaktadır. Nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde ve doküman analizi yöntemiyle yürütülen araştırma, özellikle "HBÖG: Dünü, Bugünü, Yarını" başlıklı 2024 tarihli politika belgesi başta olmak üzere strateji dokümanları, politika metinleri ve faaliyet raporları gibi kamuya açık resmi kaynaklara dayanmaktadır. Veriler, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiş ve kurumsal öncelikler, stratejik yönelimler ile temel temalar ortaya çıkarılmıştır. Bulgular, HBÖG'nin başlangıçta okuryazarlık ve yurttaşlık eğitimi gibi geleneksel alanlara odaklanan bir yapıdan, dijital beceriler, yeşil yetkinlikler ve kapsayıcı öğrenme gibi çok boyutlu alanlara yönelen bir yapıya dönüştüğünü ortaya koymaktadır. Kadınlar, yaşlı bireyler, emekliler, göçmenler ve engelli bireyler gibi dezavantajlı gruplara yönelik özel programlarla erişim ve eşitlik hedeflenmiş; açık ve yaygın eğitim müfredatına 21. yüzyıl becerileri (dijital okuryazarlık, iletişim, problem çözme, öz-yönetim vb.) entegre edilerek Avrupa Birliği ve küresel eğitim politikalarıyla uyum sağlanmıştır. HBÖG'nin 1000 Halk Eğitimi Merkezi, 32 Olgunlaşma Enstitüsü ve 5 Açık Öğretim Okulu ile desteklenen kurumsal altyapısı; sivil toplum kuruluşları, yerel yönetimler ve özel sektörle yapılan iş birlikleri sayesinde esnek ve kapsayıcı bir öğrenme ekosistemi sunmaktadır. Bu yapı, eğitime erişimi demokratikleştirmekte ve Türkiye'nin "Hayat Boyu Öğrenen Toplum" vizyonuna doğrudan katkı sunmaktadır. Bununla birlikte, finansal sürdürülebilirlik, bölgesel eşitsizlikler ve öğrenen motivasyonu gibi alanlarda çeşitli zorluklar devam etmektedir. Bu sınırlılıkların aşılması, daha esnek, kapsayıcı ve bölgesel ihtiyaçlara duyarlı politika mekanizmalarının geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Sonuç olarak, HBÖG Türkiye'de hayat boyu öğrenme alanında stratejik bir kurumsal aktör olarak konumlanmakta ve toplumsal-ekonomik dönüşüm bağlamında sürdürülebilir ve etkili HBÖ politikaları geliştirilmesi açısından önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hayat Boyu Öğrenme; Yetişkin Eğitimi; Eğitim Politikası; Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü; Dijitalleşme; Sosyal Kapsayıcılık; 21. Yüzyıl Becerileri; Yaygın Eğitim, Politika Analizi

ABSTRACT

This study examines the historical evolution, institutional structure, ongoing projects, target groups, and future vision of the Directorate General for Lifelong Learning (DGLL) in Turkey, which has played a pivotal role in shaping and institutionalizing lifelong learning (LLL) policies. Employing a qualitative research approach based on document analysis, the study draws primarily on publicly accessible official sources such as strategy documents, policy papers, activity reports, and the 2024 policy publication titled "DGLL: Past, Present, Future." Data were analyzed using a descriptive analysis method to identify patterns, strategic focuses, and institutional priorities. The findings indicate that DGLL has undergone a significant transformation from a conventional provider of adult literacy and citizenship education to a multifaceted institution addressing digital skills, green competencies, and inclusive learning. With a particular focus on disadvantaged groups such as women, elderly individuals, retirees, migrants, and persons with disabilities, the DGLL has developed targeted programs aimed at enhancing access, equity, and active citizenship. Moreover, the integration of 21st-century skills—such as digital literacy, communication, problem-solving, and self-management—into open and non-formal education curricula reflects a progressive alignment with global educational standards and European Union recommendations. DGLL's institutional infrastructure, consisting of 1,000 Public Education Centers, 32 Institutes of Maturation, and five Open Education Schools, supported by strategic collaborations with NGOs, municipalities, and the private sector, provides a broad and flexible learning ecosystem. These components contribute directly to Turkey's overarching goal of cultivating a lifelong learning society by democratizing access to education and fostering individual empowerment. Nevertheless, challenges remain in areas such as financial sustainability, regional disparities in educational access, and learner motivation. Addressing these limitations requires the development of more flexible, inclusive, and regionally responsive policies. The study concludes that the DGLL is a critical institutional actor in Turkey's LLL landscape and offers strategic insights for enhancing the sustainability and effectiveness of lifelong learning policies in the context of broader social and economic transformation.

Keywords: Lifelong Learning; Adult Education; Educational Policy; Directorate General for Lifelong Learning; Digitalization; Social Inclusion; 21st-Century Skills; Public Education; Policy Analysis

GİRİŞ

Günümüz dünyası, bireyleri örgün eğitim dışında yaşam boyu süren formal ve informal öğrenme süreçlerine aktif katılımını zorunlu kılmıştır (UNESCO, 2015). Teknolojik dönüşüm, dijitalleşme, iş gücü piyasasındaki değişkenlik ve sosyal eşitsizlikler gibi dinamikler, bireylerin bilgi, beceri ve yetkinliklerini sürekli güncellemelerini gerektirmekte; bu durum, eğitim politikalarının odağını yaşam boyu öğrenme perspektifiyle yeniden biçimlendirmektedir (OECD, 2021). Yaşam boyu öğrenme, bireylerin sürdürülebilir rekabet gücünü arttırmayı, sosyal adaleti sağlamayı, dayanıklılığımızı geliştirmeyi hedeflemektedir (European Commission, 2020).

Türkiye'de yaşam boyu öğrenme politikalarının kurumsal çerçevesi, özellikle 2000'li yıllardan itibaren yapılandırılmaya başlanmış ve bu alanda merkezi bir rol üstlenen Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü (HBÖG) 2011 yılında Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde resmî olarak yapılandırılmıştır (MEB, 2011). HBÖG, bireylerin öğrenme ihtiyaçlarını karşılamak, eğitime erişim olanaklarını genişletmek ve toplumun tüm kesimlerini kapsayıcı eğitim süreçlerine dâhil etmek amacıyla çok sayıda program ve proje geliştirmiştir (HBÖG, 2024). Yaşam boyu öğrenme; kariyer olanakları, kişisel gelişim ve toplumsal refah gibi pek çok avantaj sağlasa da,

finansal yetersizlikler, zaman sınırlamaları ve motivasyon eksikliği gibi bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir (Kutluay Tutar, Abukalloub, & Erkan Bal, 2025).

HBÖG'ün çalışmalarını şekillendiren politika belgeleri ve stratejik planlar, Türkiye'nin kalkınma hedefleriyle ve uluslararası taahhütleriyle uyumlu bir şekilde yaşam boyu öğrenmenin kurumsallaştırılmasına hizmet etmektedir. Türkiye Hayat Boyu Öğrenme Strateji Belgesi (2014-2018) ve 11. Kalkınma Planı (2019-2023) gibi temel belgeler, HBÖG'ün kurumsal kapasitesini güçlendirmeye ve eğitimde kapsayıcılığı artırmaya yönelik hedefleri açık biçimde tanımlamıştır (T.C. Cumhurbaşkanlığı, 2019; MEB, 2014).

Bu çalışma, "HBÖG: Dünü, Bugünü, Yarını" başlıklı politika dokümanında yer alan içerikler çerçevesinde, Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü'nün tarihsel gelişimini, kurumsal yapılanmasını, yürütmekte olduğu projeleri, hizmet sunduğu hedef grupları ve geleceğe yönelik vizyonunu politika analizine dayalı olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Böylece, HBÖG'ün Türkiye'de yaşam boyu öğrenme alanındaki yeri, işlevi ve gelecek perspektifi çok boyutlu bir çerçevede değerlendirilecek; güçlü ve gelişime açık yönleri nesnel veriler doğrultusunda ortaya konacaktır.

YÖNTEM

Araştırmanın türü

Bu çalışma, politika analizi yaklaşımı çerçevesinde nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın amacı, Türkiye Cumhuriyeti Millî Eğitim Bakanlığı Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü'nün (HBÖG) tarihsel gelişimi, kurumsal yapısı, yürütmekte olduğu projeler, hizmet sunduğu hedef gruplar ve geleceğe yönelik vizyonunun sistematik bir biçimde analiz edilmesidir.

Veriler, Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) resmî web sitesi üzerinden erişilebilen HBÖG'nin strateji belgeleri, faaliyet raporları, projelere ilişkin bilgilendirme dokümanları ve politika açıklamaları gibi kamuya açık kaynaklardan toplanmıştır. Ayrıca 2024 tarihli "HBÖG: Dünü, Bugünü, Yarını" başlıklı politika dokümanı çalışmanın temel veri kaynağını oluşturmaktadır.

Verilerin toplanması

Doküman analizi sürecinde öncelikle belgelerin özgünlüğü, güncelliği ve güvenilirliği değerlendirilmiş, ardından içerik analizi için uygun olanlar seçilmiştir. Belgelere müdahale edilmeden, olduğu gibi içerikleri analiz edilmiştir. Bu süreçte Yıldırım ve Şimşek'in (2011) nitel araştırma yöntemlerine ilişkin önerdiği sistematik yaklaşım benimsenmiştir.

Geçerlik ve güvenirlik

Kullanılan tüm belgelerin kamuya açık ve resmî kaynaklardan elde edilmesi, çalışmanın geçerliğini ve güvenirliğini artırmaktadır. Ayrıca içeriklerin herhangi bir araştırmacı müdahalesi olmaması ve verilerin kamuya açık platformlarda yayımlanması, araştırmanın şeffaflığını ve denetlenebilirliğini artırmaktadır. Ayrıca, araştırmanın geçerlik düzeyini artırmak amacıyla uzman görüşlerine başvurulmuştur.

Veri analizi

Toplanan veriler, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analiz kapsamında, Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü'nün faaliyetleri ve yapısı aşağıdaki sorular doğrultusunda incelenmiştir:

1. Türkiye’de hayat boyu öğrenme anlayışı tarihsel olarak nasıl şekillenmiştir?
2. HBÖ Genel Müdürlüğü’nün işlevleri zaman içinde nasıl değişmiştir?
3. Dokümandaki projeler ve uygulamalar hangi hedef kitleleri öncelikli görmektedir?
4. 21. yüzyıl becerileri, yeşil meslekler ve dijitalleşme gibi kavramlar HBÖ politikalarına nasıl entegre edilmiştir?
5. HBÖG’nin mevcut kurumsal yapısı ve iş birlikleri Türkiye’nin “Hayat Boyu Öğrenen Toplum” hedefine ne ölçüde hizmet etmektedir?

Toplanan veriler, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analiz, mevcut verilerin belirli temalar çerçevesinde özetlenmesi, anlamlandırılması ve yorumlanmasını amaçlayan bir analiz tekniğidir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Veri çözümleme sürecinde tekrarlayan kavramlar, politika belgelerindeki vurgu alanları ve stratejik hedefler esas alınarak kodlama yapılmıştır. Kodlamalar, araştırmacı ve bir uzman tarafından bağımsız şekilde gerçekleştirilmiş ve karşılaştırılarak güvenirlik sağlanmıştır.

Araştırmanın etik boyutu

Araştırmada herhangi bir kişisel veri toplanmamış, insan katılımcılarla uygulamalı bir süreç yürütülmemiştir. Tüm belgeler kamuya açık kaynaklardan elde edildiğinden dolayı etik kurul iznine gerek duyulmamıştır.

Bulgular

1. Türkiye’de hayat boyu öğrenme anlayışı tarihsel olarak nasıl şekillenmiştir?

Türkiye’de hayat boyu öğrenme (HBÖ) anlayışı, kadim bir geçmişe sahiptir. Ahilik ve lonca sistemleri, bireylerin yalnızca mesleki yeterlik değil aynı zamanda ahlaki ve toplumsal değerler kazandığı yaygın öğrenme sistemleri olarak ortaya çıkmıştır. Cumhuriyet döneminde halk mektepleri, halkevleri, köy enstitüleri gibi yapılarla okuryazarlık ve yurttaşlık eğitimi ön plana çıkmıştır. 1950’lerden itibaren Halk Eğitimi Merkezleri kurumsallaşmış, 2011’de ise Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü (HBÖG) kurulmuştur.

Tablo1: Tarihsel Gelişim

Dönem	Gelişme
13.–18. yüzyıl	Ahilik ve loncalar aracılığıyla yaygın mesleki eğitim
1920–1950	Halk mektepleri ve halkevleri ile temel okuryazarlık
1950–2000	Halk Eğitimi Merkezlerinin yaygınlaşması
2000–günümüz	Açık öğretim, dijital platformlar ve HBÖG'nin kurumsallaşması

2. HBÖ Genel Müdürlüğü’nün işlevleri zaman içinde nasıl değişmiştir?

Başlangıçta okuma yazma öğretimi ve temel yurttaşlık bilgisi kazandırma odaklı çalışan kurumlar, zamanla mesleki eğitim, kültürel beceriler, sosyal uyum ve bireysel gelişimi kapsayan daha geniş bir çerçeveye evrilmiştir. Özellikle son yıllarda dijitalleşme, göç ve sürdürülebilirlik gibi kavramlar doğrultusunda kurs içerikleri ve hedef kitlelerde çeşitlenme görülmektedir.

Tablo2 : İşlevsel Dönüşüm

Dönem	Başlıca İşlev	Anahtar Faaliyet
1950–1980	Okuryazarlık ve yurttaşlık eğitimi	Halk Mektepleri, Halkevleri
1980–2010	Mesleki ve sosyal beceri geliştirme	Mesleki kurslar, sertifikalar
2010–günümüz	Dijital, yeşil ve sosyal uyum becerileri	e-Yaygın, AB projeleri, göçmen eğitimi

3. Dokümandaki projeler ve uygulamalar hangi hedef kitleleri öncelikli görmektedir?

HBÖG'nin projeleri çok çeşitli hedef gruplara yöneliktir. Belgede yer alan projelerden hareketle şu gruplar öncelikli görülmektedir: kadınlar, 40 yaş üstü bireyler, emekliler (EYT), göçmenler ve geçici koruma altındaki bireyler, engelli bireyler. Bu gruplara yönelik kurslar ve rehberlik hizmetleri geliştirilmiştir.

Tablo3: Hedef Kitleler ve Odak Alanlar

Hedef Kitle	Amaç	Uygulama Örneği
Kadınlar	Girişimcilik, el sanatları	Olgunlaşma Enstitüleri
40 yaş üstü	Dijital okuryazarlık	Bilgisayar kursları
Emekliler	Yeni kariyer planlaması	Rehberlik programları
Göçmenler	Uyum, dil becerisi	Türkçe kursları
Engelli bireyler	Eşit erişim	E-Yaygın özel içerikler

4. 21. yüzyıl becerileri, yeşil meslekler ve dijitalleşme gibi kavramlar HBÖ politikalarına nasıl entegre edilmiştir?

Belgede 21. yüzyıl becerileri (eleştirel düşünme, problem çözme, dijital okuryazarlık vb.) detaylı olarak incelenmiş, özellikle dijitalleşme ve yeşil beceriler başlıkları altında uygulamalara yer verilmiştir. "Sürdürülebilir Şef Olmak" örneğinde olduğu gibi, çevresel duyarlılık kazandırılmakta, dijitalleşme ise açık öğretim sistemleri ve e-Yaygın gibi platformlarla desteklenmektedir.

Tablo 4 : Entegrasyon Matrisi

Eğitim Alanı	21. Yüzyıl Becerisi	Dijitalleşme	Yeşil Beceriler
Açık Lise	Öz yönetim	Uzaktan eğitim	-
Mesleki kurslar	Problem çözme	E-sertifika	Geri dönüşüm temelli içerikler
Olgunlaşma	İletişim	Sosyal medya tasarımı	Sürdürülebilir tasarım

5. HBÖG'nin mevcut kurumsal yapısı ve iş birlikleri Türkiye'nin "Hayat Boyu Öğrenen Toplum" hedefine ne ölçüde hizmet etmektedir?

HBÖG, 8 daire başkanlığı ve Türkiye genelinde 1000 Halk Eğitimi Merkezi ve 32 Olgunlaşma Enstitüsü ile geniş bir kapsama sahiptir. Açık öğretim okulları, STK'lar ve kamu-özel iş birlikleriyle çok yönlü bir yapı oluşturulmuştur. Bu yapılar, herkesin eğitime erişimini mümkün kılmakta ve hayat boyu öğrenen toplum hedefine hizmet etmektedir.

Tablo 5: Kurumsal Yapı Özeti

Birim	Sayı	İşlev
Halk Eğitimi Merkezleri	1000	Yaygın eğitim
Olgunlaşma Enstitüleri	32	Kültürel üretim ve eğitim
Açık Öğretim Okulları	5	Uzaktan lise/ortaokul eğitimi
Daire Başkanlıkları	8	Politika, program ve denetim

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma, Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü'nün (HBÖG) Türkiye'de yaşam boyu öğrenme alanındaki tarihsel gelişimi, kurumsal yapılanması, politika belgeleri ve uygulamaları çerçevesinde işlevini ortaya koymayı amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, HBÖG'nin yalnızca yetişkin eğitimi sağlayan bir kurum olmaktan çıkarak, çok boyutlu ve kapsayıcı bir öğrenme ekosisteminin kurumsal taşıyıcısı haline geldiğini göstermektedir. Bu bağlamda tartışma, kurumsal dönüşüm, hedef kitlelerin çeşitliliği, çağdaş becerilerle entegrasyon ve ulusal hedeflerle uyum ekseninde yürütülmektedir.

Öncelikle, HBÖG'nin tarihsel gelişimi incelendiğinde, Türkiye'de yaşam boyu öğrenme anlayışının köklerinin Osmanlı'daki ahilik sistemine kadar uzandığı görülmektedir. Bu bağlamda, tarihsel süreklilik içerisinde HBÖG'nin mevcut yapısı, geçmişin yaygın eğitim gelenekleriyle anlamlı bir ilişki taşımakta; bu da kurumsal hafızanın modernleşen toplumsal yapılarla yeniden harmanlanmasını olanaklı kılmaktadır. Bu durum, UNESCO'nun (2015) yaşam boyu öğrenmeyi bireylerin yalnızca ekonomik değil, kültürel ve toplumsal katılıma dönük gelişimini destekleyen çok yönlü bir süreç olarak tanımlamasıyla örtüşmektedir.

İkinci olarak, HBÖG'nin hedef kitlelere yönelik sunduğu hizmetlerin çeşitliliği, kapsayıcı eğitim politikalarının bir uzantısı olarak değerlendirilebilir. Özellikle kadınlar, yaşlı bireyler, emekliler, göçmenler ve engelli bireyler gibi dezavantajlı gruplara dönük özelleştirilmiş kurslar ve rehberlik hizmetleri, OECD'nin (2021) eğitimde fırsat eşitliği ve toplumsal adalet vurgusuyla paralellik arz etmektedir. HBÖG'nin projelerinin sadece mesleki gelişime değil, aynı zamanda bireyin sosyo-duygusal ve dijital yeterliklerine de katkı sunması, öğrenmenin çok katmanlı doğasına uygun bir yaklaşımı yansıtmaktadır.

Üçüncü olarak, dijitalleşme ve yeşil beceriler gibi 21. yüzyılın belirleyici kavramlarının, HBÖ politikalarına entegrasyonu dikkat çekicidir. Açık öğretim sistemlerinin dijital platformlarla desteklenmesi ve "Sürdürülebilir Şef Olmak" gibi yenilikçi kurs örnekleri, Avrupa Komisyonu'nun (2020) dijital ve sürdürülebilir becerilere yatırım yapılması yönündeki stratejik çağrısına yanıt niteliğindedir. Bu bağlamda, HBÖG'nin hem bireysel istihdamı artırma hem de çevresel ve toplumsal duyarlılığı geliştirme işlevi arasında bir denge kurduğu söylenebilir.

Son olarak, kurumsal yapı ve iş birlikleri bakımından değerlendirildiğinde, HBÖG'nin kamu-özel sektör iş birliklerine açık yapısı ve geniş kurumsal ağı, Türkiye'nin "Hayat Boyu Öğrenen Toplum" vizyonuyla tutarlılık göstermektedir. Halk Eğitimi Merkezi ve açık öğretim sistemleri aracılığıyla yürütülen faaliyetler, yalnızca formel eğitimi tamamlayıcı değil; aynı zamanda bireylerin kişisel gelişimini destekleyici, öğrenmeyi demokratikleştirici bir işlev görmektedir. Bu da HBÖG'nin yapısal kapasitesinin yalnızca mekânsal değil, aynı zamanda stratejik düzlemde de büyümekte olduğunu göstermektedir.

Tüm bu bulgular çerçevesinde, HBÖG'nin Türkiye'deki yaşam boyu öğrenme politikalarının kurumsallaşmasında merkezi bir rol üstlendiği ve bu yapının sürdürülebilir kalkınma, toplumsal

kapsayıcılık ve bireysel güçlenme hedefleriyle büyük ölçüde örtüştüğü sonucuna ulaşılabilir. Ancak, finansal sürdürülebilirlik, erişim olanaklarının bölgesel dengesizliği ve öğrenenlerin motivasyon eksikliği gibi sınırlılıkların devam ettiği de göz önünde bulundurulmalıdır (Kutluay Tutar et al., 2025). Bu nedenle, HBÖG'nin gelecek vizyonunu oluştururken bu sınırlılıkları gözeten daha bütüncül ve esnek politika mekanizmalarına ihtiyaç duyduğu açıktır.

REFERENCES

European Commission. European Skills Agenda for sustainable competitiveness, social fairness and resilience. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2020.

Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü (HBÖG). HBÖG: Dünü, Bugünü, Yarını. Ankara: T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları; 2024.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). Millî Eğitim Bakanlığı'nın teşkilat yapısında yapılan değişiklikler. T.C. Resmî Gazete. 2011.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). Hayat Boyu Öğrenme Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2014-2018). Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı; 2014. Accessed April 20, 2025. https://hbogm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2015_04/20025555_hbostratejibelgesi_2014_2018.pdf

OECD. Skills Outlook 2021: Learning for life. Paris: OECD Publishing; 2021. https://doi.org/10.1787/0ae365b4-en

T.C. Cumhurbaşkanlığı. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). 2019. Accessed April 20, 2025. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf

Kutluay Tutar F, Abukalloub A, Erkan Bal Ç. Türkiye'de yaşam boyu öğrenmenin kültürel, ekonomik ve toplumsal dönüşümdeki rolü. Journal of Economics and Research. 2025;6(1):18-37. https://doi.org/10.53280/jer.1647788

UNESCO. Recommendation on adult learning and education. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; 2015. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245179

Yıldırım A, Şimşek H. Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. 8th ed. Ankara: Seçkin Yayıncılık; 2011.

EVALUATION OF EMOTIONAL WELL-BEING IN HOSPITALIZED CHILDREN

Assoc. Prof. PhD. Alev ÜSTÜNDAĞ

University of Health Sciences, Gülhane Health Sciences Faculty, Department of Child Development, Ankara, Turkey.

ABSTRACT

Children are emotionally affected by hospital experiences. Children's long-term hospital experiences may affect their cognitive, emotional, and psychosocial development. The hospital and medical procedures may cause children to exhibit anxious, withdrawn, fearful, restless, and angry behaviours during hospitalization and may affect their psychological well-being. Emotional well-being is a broad term that includes emotions, reactions, and relationships within the scope of emotional development. Emotional development includes skills such as identifying, understanding, managing, and empathizing with emotions, and for this reason, it is thought to be appropriate for sick children to express their emotions. Therefore, the aim of this study was to evaluate the emotional well-being of hospitalized children. This is quantitative research and analysed the emotional and psychological well-being levels of hospitalized children using the descriptive survey method. Sixty hospitalized children between the ages of 4 to 13 participated in the study. Data was collected using the "Stirling Emotional and Psychological Well-Being Scale for Children". Mann-Whitney U, Kruskal Wallis-H and Tamhane's T2 post hoc tests were used to analyse quantitative data. The data analysis showed that hospitalized children had moderate emotional and psychological well-being. In addition, girls had higher levels of emotional and psychological well-being than boys and children between the ages of 7 to 9 had higher levels of emotional and psychological well-being than others. The emotional and psychological well-being levels of hospitalized children are very low, especially in adolescence. Research has shown that hospital experience has a negative emotional impact on children, even without medical intervention. It is therefore important to provide children with psychological support during their medical treatment.

Keywords: Sick children, Hospitalized children, Emotional development, Emotional well-being.

INTRODUCTION

Sickness and treatments can cause different challenges for both children and their parents. When a child is born, parents, other family members and even doctors want a healthy child. Whether it is an acute or a chronic disease, it is inevitable that children will get sick. Children's minds and bodies are unique. It is one thing to treat a child physically, but another thing to capture their attention and enter their world. When working with sick children, the important thing is to be able to enter their world (Baykoç, 2006).

Children's long-term hospital experiences may affect their cognitive, emotional, and psychosocial development. The hospital and medical procedures may cause children to exhibit anxious, withdrawn, fearful, restless, and angry behaviors during hospitalization and may affect their psychological well-being (Salmela, Salantera & Aronen, 2009). The quality and intensity of the child's response to hospitalization is influenced by many factors. Rennick et al. (2014) reported that procedures, length of stay and severity of the disease have long-term negative

psychological effects in children, manifested by depression, anxiety, and posttraumatic stress symptoms. Bell et al. (2016) conducted a study focusing on the effects of repeated hospitalizations and chronic diseases on children's cognitive development. With 22,890 school-age sick children, they found that even a single chronic disease can affect children's cognitive development and that those with multiple chronic diseases are more at risk for developmental disabilities. Bakri et al. (2014) examined the emotional reactions of sick and non-sick children and found that sick children were emotionally more reactive, aggressive, and withdrawn, and had anxiety and defiance problems compared to the healthy group. Obaid (2015) examined the impact of prolonged hospitalization on children's psychosocial development in the context of parents and children and found that approximately 66% of children experienced mild psychosocial effects during inpatient treatment. As can be seen from the research, sickness and hospitalization affect children's general condition and development. Therefore, assessment of emotional well-being and mental health in children is an important and challenging aspect of pediatric care (Clatworthy, Simon & Tiedeman, 1999). Nevertheless, it may be necessary to go beyond standard approaches such as behavioral observation to obtain information that the child may not be able to verbalize or express (Metin, 2014).

Emotional well-being is a broad term that includes emotions, reactions, and relationships within the scope of emotional development. Emotional development includes skills such as identifying, understanding, managing, and empathizing with emotions, and for this reason, it is thought to be appropriate for sick children to express their emotions. Because even without any medical intervention, just being in the hospital as an environment is quite stressful for children and the most common emotional reactions of sick children are anxiety, stress, and fear (Baykoç, 2006). In short, children's hospital experiences directly affect them emotionally (Baykoç, 2006). Therefore, this study aims to evaluate the emotional well-being levels of hospitalized children.

METHODOLOGY

Research Model

This is quantitative research and analyzed the emotional and psychological well-being levels of hospitalized children using the descriptive survey method (Kirişoğlu, 2002).

Study Group

The research was conducted in Ankara province. In order to determine the study group, convenience sampling method, one of the non-probabilistic purposive sampling methods, was used. In this sampling method, while selecting the individuals to be studied, it is evaluated whether they are directly related to the subject aimed to be investigated (Akın et al., 2016). Sixty hospitalized children between the ages of 4 to 13 participated in the study. No sampling procedure was employed; instead, all sick children in the universe were included in the study. However, the sample consisted of 168 children who were present at hospital during the data collection stage and who accepted to participate in the study (83.8% of the target population).

Data Collection

The main data collection tools were the "Stirling Emotional and Psychological Well-Being Scale for Children".

Stirling Emotional and Psychological Well-Being Scale for Children: The scale developed by Akın et al. (2016) to determine the emotional and psychological well-being levels of children is unidimensional and consists of 12 items. There are no reverse coded items in the scale, and it has a 5-point Likert-type scaling. Confirmatory factor analysis showed that the unidimensional model gave a good fit (x^2=96.87, sd=54). The item-total correlation coefficients

of the scale ranged between .57 and .73. Cronbach's alpha internal consistency reliability coefficient was calculated as .90. High scores obtained from the scale indicate a high level of emotional and psychological well-being for children (Cenkseven & Akbaş, 2004).

Data Analysis

The data were entered into the SPSS program and Mann-Whitney U, Kruskal Wallis-H and Tamhane's T2 post hoc nonparametric tests were used in the analyses due to the non-normal distribution of the data.

RESULTS

Emotional and psychological well-being levels of hospitalized children

Table 1 shows the results of the analysis of the total score of the Stirling Emotional and Psychological Well-Being Scale for Children according to the gender and Table 2 shows the analysis results according to the age groups.

Table 1. Mann-Whitney U test results according to gender

Scale	Group	n	$\bar{X}$	ss	u	z	p
Stirling Emotional and Psychological Well-Being Scale for Children	Girls	89	36,76	1139,50	255,500	-2,878	,004*
	Boys	79	23,81	690,50			

*p<0,05

Table 1 shows that the emotional and psychological well-being levels of hospitalized children differ significantly in favour of girls according to their gender ($\bar{X}$=36.76; p<0.05), which can be interpreted as that the emotional and psychological well-being levels of hospitalized girls are higher than boys.

Table 2. Kruskal Wallis-H test analysis results of scale scores according to age groups

Scale	Group	n	$\bar{X}$	Chi-Square	df	p	Significant difference
Stirling Emotional and Psychological Well-Being Scale for Children	1. group	51	40,74	40,597	3	,000*	2>all of them
	2. group	58	41,74				
	3. group	50	14,62				
	4. group	9	7,89				

*p<0,05

Table 2 shows that emotional and psychological well-being levels of hospitalized children differ significantly according to age groups. Tamhane's T2 post hoc test, which was conducted to determine the differences between groups, determined that the emotional and psychological well-being levels of the children in the 2nd group (7-9 years) were higher than the others. In addition, the emotional and psychological well-being levels of the children in the 4th group (11-13 years) were quite low.

CONCLUSION AND DISCUSSION

Significant results were obtained as a result of this research, which was conducted to assess the emotional wellbeing of hospitalized children. Many studies show that the emotional and psychological well-being levels of children differ according to gender. While some studies show that girls have higher levels of emotional and psychological well-being (Eraslan, 2015; Gündoğdu & Yavuzer, 2012; Oktan, Odacı & Berber-Çelik, 2014; Deleş, Emre, Keskinkılıç & Güley, 2020); some shown just the opposite, as boys have higher levels of emotional and psychological well-being than girls (Özen-Koç, Soysal & Bilge, 2023; Topkaya, Köksal & Bayram, 2022; Başaran, Erol & Yılmaz, 2020). On the other hand, there are also studies which show that emotional and psychological well-being levels do not differ according to gender (Çukurova, 2012; Güldal, 2019; Memiş & Duran, 2019).

Table 1 shows that children in the study have a moderate emotional and psychological well-being in addition to the high average of girls. Since we do not have any data on the healthy period of the children, we cannot state with certainty whether being in the hospital had an effect on the low levels of emotional and psychological well-being. However, our results show that children need to be psychologically supported during the treatment process. This will also increase children's participation in the treatment process and support the process to be less stressful.

Another important finding from the research is that the emotional and psychological well-being of children aged 7-9 is higher than that of others, and especially the emotional and psychological well-being of adolescents is quite low. Similar to this study, Çukurova (2012) compared the psychological well-being of children with and without chronic diseases through pictures and found that children with chronic diseases were at a higher risk of experiencing emotional difficulties than those without chronic diseases, and this risk was higher in boys. For this reason, the researcher also emphasized that it is important to support children's psychological well-being as well as their physical well-being in the hospital environment. The table also shows that that, this period, which coincides with adolescence as an age group, covers a very important period in terms of development. Identity formation, one of the important developmental tasks of this period, is crucial for the emotional development of adolescents. Because emotional maturity, which consists of the ability to appropriately identify and express emotions and positive coping responses to stress, requires the ability to understand and reflect on oneself; it is closely related to the parallel development of identity and self- esteem (Kırman, 2021). Adolescence is the critical maturation period in which stable behavioural patterns emerge, paving the way for personality traits and related psychopathologies in adulthood. In particular, the developmental changes that occur during this maturation process are important for the emergence of personality difficulties including antisocial behaviours and interpersonal relationships (Polek et al., 2018). Therefore, our results show how important it is to conduct studies to support mental health, especially for children who are hospitalized during adolescence.

Even without any medical intervention, hospital experiences negatively affect children emotionally. The results of this research clearly demonstrated this finding. There is important finding of the study. The one is that the emotional and psychological well-being levels of hospitalized children are very low, especially in adolescence.

REFERENCES

Akın A. Yılmaz S. Özen Y. Raba S. Özhan Y. Validity and reliability of the Turkish form of the Stirling Emotional and Psychological Well-Being Scale for Children. V. Educational Research Congress in Sakarya, 14-15 April, Sakarya; 2016.

Baykoç N. Children and teenagers in hospital. Ankara: Gazi Kitabevi; 2006

Bakri MH. Ismail EA. Elsedfy GO. Amr MA. Ibrahim A. Behavioral impact of sickle cell disease in young children with repeated hospitalization. Saudi Journal of Anaesthesia 2014;8(4):504-509.

Başaran M. Erol M. Yılmaz D. Investigation of the relationship between the psychological resilience and psychological well-being of 4th and 5th grade students. IBAD Journal of Social Sciences 2020;290-303.

Bell MF. Bayliss DM. Glauert R. Harrison A. Ohan JL. Chronic illness and developmental vulnerability at school entry. American Academy of Pediatrics https://pediatrics.aappublications.org/content/137/5/e20152475; 2016.

Cenkseven F. Akbaş T. Examining the predictors of subjective and psychological well-being of university students. Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal 2004;3(27):43-65.

Clatworthy S. Simon K. Tiedeman ME. Child drawing: Hospital-An instrument designed to measure the emotional status of hospitalized school-aged children. Journal of Pediatric Nursing 1999;14:2–9.

Çukurova I. A comparison of psychological well-being of children with chronic ıllnesses and their healthy peers through children's drawings. Doctoral dissertation. Ankara: TED University; 2012.

Deleş B. Emre O. Keskinkılıç AU. Güley BC. Examining emotional and psychological well-being in adolescents in terms of different variables. Istanbul. 8th International Congress of Social, Humanities and Educational Sciences, full text in oral presentations (112-123). Istanbul: Güven Plus Grup Danışmanlık A.Ş. Publications; 2020.

Eraslan M. Examining the psychological well-being levels of students of the school of physical education and sports according to their age, gender and sports activities. International Journal of Sports Sciences 2015;1(1):14-21.

Güldal Ş. Examining the effects of a mindfulness-based psychoeducation program for adolescents on the development of character strengths, mindfulness, and academic success. Doctoral Thesis. Istanbul: Marmara University; 2019.

Gündoğdu R. Yavuzer Y. Examining subjective well-being and psychological needs of students at the educational faculty according to demographic variables. Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty 2012;12(23):115-131.

Kırman A. Aslan-Baysal S. Emotional development in adolescents. (Ed. Üstündağ, A.). Adolescence in developmental terms. Ankara: Eğiten Kitap; 2021.

Kirişoğlu OT. Education in art. Seeing, learning, creating. Ankara: Pegem Yayıncılık; 2002.

Memiş AK. Duran NO. Examining the relationship between school kindness perception and psychological and emotional well-being in primary school students. Primary Education Online 2019;18(4):1671-1686.

Metin M. Scientific research methods in education from theory. Ankara: Pegem Academy Publishing; 2014.

Obaid KB. Psychosocial impact of hospitalization on ill children in pediatric oncology wards. IOSR Journal of Nursing and Health Science 2015;4(3):72-78.

Oktan V. Odacı H. Berber-Çelik Ç. Investigating the role of psychological birth order in predicting resilience. Bolu Abant Izzet Baysal University Journal of Faculty of Education, 2014;14(1):140-152.

Özen-Koç Ö. Soysal S. Bilge F. The moderator role of gender on the relationship between mindfulness and psychological well-being in adolescence. Ahi Evran University Institute of Social Sciences Journal 2023;9(1):154-169.

Polek E. Jones PB. Fearon P. Brodbeck J. Moutoussis M. ... & Goodyer IM. Personality dimensions emerging during adolescence and young adulthood are underpinned by a single latent trait indexing impairment in social functioning. BMC Psychiatry 2018;18:1-8.

Rennick JE. Dougherty G. Chambers C. Stremler R. Childerhose JE. Stack DM. ... Hutchison J. Children's psychological and behavioral responses following pediatric intensive care unit hospitalization: the caring intensively study. BMC Pediatrics 2014;14:1-11.

Salmela M., Salantera S. Aronen E. Child-reported hospital fears in 4 to 6-year-old children. Journal of Pediatric Nursing 2009;35:269–303.

Tielsch AH. Allen PJ. Listen to them draw: Screening children in primary care through the use of human figure drawings. Pediatric Nursing 2005;31:320–327.

Topkaya N. Köksal Z. Bayram S. The role of cognitive flexibility, and self-compassion in predicting well-being among adolescents. The Western Anatolia Journal of Educational Sciences 2022;13(1):646-662.

THE PREDICTIVE EFFECT OF ATTITUDES TOWARDS READING HABITS ON ATTITUDES TOWARDS CHILDREN'S LITERATURE

Assoc. Prof. PhD. Alev ÜSTÜNDAĞ

University of Health Sciences, Gülhane Health Sciences Faculty, Department of Child Development, Ankara, Turkey.

Nurbanu AKBOLAT

Child Development Specialist, Nevsehir, Turkey

https://orcid.org/0009-0009-3554-1732

ABSTRACT

Children's literature, which stands out with its educational aspect, has many positive gains on children's physical, cognitive, language, social and emotional development. Reading and reading habits are indispensable factors for positive personal and social change and development. In order to ensure this change and development, it is necessary to popularize the habit of reading in society. As the parents of the future, young people's awareness of reading, reading habits and children's literature works will be effective in children's individual development, transforming reading skills into habits and raising them as good readers. For this reason, it is important to examine whether there is a relationship between young people's reading habits and their awareness of children's literature and several variables. This study was performed to examine the predictive effects of young people's attitudes toward book reading habits on attitudes toward children's literature. This study, which included 365 young people, was a cross-sectional study using data that was collected using the "Personal Information Form," "Attitudes Towards Book Reading Habit Scale," and "Attitudes Towards Children's Literature Scale." The data were analysed using an independent groups t test, an ANOVA test, a Mann-Whitney U test, a Kruskal Wallis-H test, and a Pearson’s correlational analysis. Results showed that young people's attitudes toward book reading habits and attitudes toward children's literature differed significantly according to various demographic variables. In addition, there was a significant correlation between young people's attitude toward reading habits and attitude toward children's literature. Results showed that as the reading habit of young people increases, their attitude toward children's literature increased by 47.3%. Thus, this research again revealed the importance of reading habits and developing positive attitudes toward reading among young people. This research again revealed the importance of reading habits and developing positive attitudes toward reading among young people.

Keywords: Young people; Reading habits; Books; Children's literature; Attitude.

INTRODUCTION

According to the definition of the Turkish Language Association, literature is "the art of shaping events, thoughts, feelings and dreams orally or in writing through language." Sever (2013) defined literature as "an effort by the artist to understand life, an aesthetic action to create what has been experienced and what will be experienced with words." Because the target audience of children's literature is children, the types of literature written in accordance with the developmental characteristics of children are within the scope of children's literature in general.

Children's literature is defined as "a type of literature whose main source is the child, which is suitable for the child's perception, interest, attention, emotion, thought and imagination, reflects the reality of the child, conveys the content in a simple way according to the child, gives the child the habit of reading, and develops the child in terms of art and aesthetics" (Şirin, 2019).

Children's literature, which stands out with its educational aspect, has many positive gains on children's physical, cognitive, language, social and emotional development. These positive impacts are often seen despite the fact that its main goal is not to directly educate the child in the childhood stage, which extends from prenatal to the end of 18 years of age (Karatay, 2018). Yeşilyurt (2023) has also argued that works of children's literature play an important stimulating role in supporting children's development. For this reason, it is important to present content that is appropriate for the developmental characteristics of children, who are interested in different types of literature in each age period, that attracts their interest and supports their needs (Ata-Aktürk & Demircan, 2021; Hillman, 1999). Because children's literature works prepared in accordance with the principle of relevance to children can contribute to the formation of a permanent love of books and reading culture in children (Gültekin, 2011). According to Dilidüzgün (2008), works of children's literature are literary products that aim to provide children with a conscious reading habit.

The concept of relativity to children in children's literature refers to the fact that literature works written for children should both suit the characteristics of child's physical, cognitive, spiritual, social, emotional, moral and linguistic development and the internal and external structure of children's literature (Çer, 2016; Karaağaç & Alıkılıç, 2023; Mülayim & Feyman Gök, 2023; Yeşilyurt, 2023). The principle of relativity to children is important for children to love, connect and interact positively with books. If the works of children's literature do not comply with the principle of relativity to the child, it will be difficult for the child to understand and connect with the book and possibly cause him/her not to be willing to read books again. Yet, one of the most basic functions of children's literature is to give children the love and habit of reading (Körükçü, 2012). For this reason, one of the most important duties of parents and educators is to ensure that children meet with qualified works of children's literature from an early age (Gültekin, 2011), because the primary sources of children for acquiring reading habits are works of children's literature (Sever, 2013).

Works of children's literature, which have different genres such as fairy tales, nursery rhymes, comics, poems, stories and novels, have functions such as giving children the pleasure and habit of reading, developing creative thinking, and creating aesthetic, artistic and reading awareness (Yiğitbaşı, 2018). Therefore, works of children's literature that positively affect the process of gaining reading habits should be utilized at many stages of education (Baş, 2015; Yalçın & Aytaş, 2016).

The reading habit, which is defined as the continuous and regular act of reading, is expected to be acquired between the ages of 0-14 (Odabaş et al., 2008). In this context, the importance of children encountering quality children's literature works prepared in accordance with their age, developmental level, interests and needs at the appropriate time stands out in the acquisition of reading habits (İnce Samur, 2018).

Children's interests, needs and desires change as they get older. Therefore, making use of a rich library is also effective for acquiring reading habits. Aslıyüksek (2022) emphasised that schools and libraries are responsible for this task, and that school libraries should provide children with all kinds of literary works. Children should also be encouraged to use libraries.

The habit of reading contributes to children's cognitive and affective development. Reading enables them to think critically, improves their communication skills, gives them the ability to manage emotional situations, directs their positive relationships with others, enriches their inner

world, broadens their perspectives, enables them to look at life from different angles and increases their aesthetic level (Kaçan-Softa & Ulaş-Karaahmetoğlu, 2015; Karatay, 2018; Koç & Müftüoğlu, 2008; Zorlu, Öneren & Çiftçi, 2019). The development of these skills depends on being a good reader because reading, which is one of the basic ways of learning and gaining knowledge, enables the individual to change and transform by developing his/her knowledge repertoire and to communicate with the society in a healthy way (Özbay, 2009). In this respect, reading habits direct the individual's behavior. The acquisition of reading habits depends on perceiving reading as a need and motivating the individual to read (Bamberger, 1990). However, these are still not sufficient for acquiring reading habits. Parents being good role models, positive interaction with books from an early age, school environment and life that support reading habits, teacher support and libraries also have an impact on the acquisition of reading habits (Akman & Akman, 2017; Kakırman-Yıldız, 2015; Taşkesenlioğlu, 2013; Temizyürek, Çolakoğlu & Coşkun, 2013; Yıldız, 2016).

Today, rapid changes and developments affect reading habits and structure as they impact many areas. The best examples of this are e-book and audio book applications. Books can now be accessed anywhere and anytime by using these applications. The availability of reading material is important for developing reading habits (Üstündağ, 2020). Reading and reading habit are indispensable factors for positive personal and social change and development. In order to ensure this change and development, it is necessary to popularize the habit of reading in society. As the parents of the future, young people's awareness of reading, reading habits and children's literature works will be effective in children's individual development, transforming reading skills into habits and raising them as good readers. For this reason, it important to examine whether there is a relationship between young people's reading habits and their awareness of children's literature and a number of variables. We propose that these results may contribute to young people's awareness of their own reading habits as well as their attitudes toward children's literature, their role in helping children acquire reading habits, and future studies and regulations. Therefore, the aim of this study was to determine the reading habits of young people (18-21 years) and their awareness of children's literature, to examine them in terms of different variables and to reveal the relationship between their reading habits and their awareness of children's literature. In line with this purpose, we sought answers to the following questions:

1. Is there a relationship between young people's reading habits and attitudes toward children's literature and their various demographic characteristics?
2. Is there a relationship between young people's reading habits and their attitudes toward children's literature?

METHODOLOGY

Research Model

This research was a cross-sectional survey. This research approach was appropriate in that aims to describe a past or current situation as it is (Büyüköztürk et al., 2016).

Participants

The research was conducted during the 2022–23 academic year within the Child Development undergraduate department at the Faculty of Health Sciences of a state university in the capital city of Turkey. The proposed sample was calculated by G*POWER 3.1.9.4 statistics software analysis, and it was deemed appropriate to include at least 188 respondents in the study (see Kang, 2021). The students who met the criteria for inclusion in the study were selected by using the non-random sampling method. Criteria for inclusion in the study were being 18-21 years

old, studying in Faculty of Health Sciences, and agreed to volunteer in the study. A total of 365 students, 341 (93.4%) female and 24 (6.6%) males, participated in the study.

The data were collected in the classroom using face-to-face methods. The data were collected during the students' free time at school, outside school hours. The scale forms were completed by the students in small groups at school. It took about 20 minutes for each student to complete the forms.

Data Collection Tools

"Personal Information Form", "Attitudes Towards Book Reading Habit Scale" (ATBRHS) and "Attitudes Towards Children's Literature Scale" (ATCLS) were used to collect data in the study.

Personal Information Form: The form includes questions designed to determine the demographic characteristics of the youth such as gender, age, grade, department and frequency of reading.

Attitudes Towards Book Reading Habit Scale (ATBRHS): The scale was developed by Gömleksiz (2004) to determine the opinions and attitudes of young people towards reading habits and has six sub-dimensions: affection, habit, necessity, desire, effect and benefit. The scale consists of 30 items, 21 of which are positive and nine of which are negative and is a five-point Likert type. Cronbach Alpha reliability coefficient of the scale was .88, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) value was .83, and Bartlett's test was 2202,200. The sub-dimension Cronbach Alpha reliability coefficients of the scale were: affection (.78), habit (.73), necessity (.72), desire (.70), effect (.75) and benefit (.79). The KMO value of the scale was 0.83 and Barttlet's test was 2202.200. The Cronbach alpha value for this study is .81.

Attitudes Toward Children's Literature Scale (ATCLS): This scale determines attitudes towards children's literature and was developed by Karagül (2020), has a reliability of 0.88 and is consisted of 26 items. Eighteen of the items are positive and eight are negative. The scale consists of three sub-dimensions: Awareness, appreciation and acceptance. The reliability coefficient is 0.85 for awareness, 0.83 for appreciation, and 0.75 for acceptance sub-dimensions. The scale is a five-point Likert-type scale that includes the options of "Totally Agree", "Agree", "Partially Agree", "Disagree", and "Strongly Disagree". Positive statements of the scale are scored as 5-4-3-3-2-1, while negative statements are scored as 1-2-3-3-4-5. The maximum and minimum points are 60 and 12 points for awareness; 30 and 6 points for appreciation; and 40 and 8 points for acceptance sub-dimension, respectively, since all items of the acceptance sub-dimension are scored in the opposite direction. The KMO value of the scale was 0.858 and Barttlet's test was .435. The Cronbach alpha value for this study is .83.

Data Analysis

The data were processed in a computer environment and the normal distribution of the data was tested using the Kolmogorov-Smirnov test (the mean score of the ATBRHS was found to be 1.39±0.887; the mean score of the ATCLS was found to be 1.50±0.806). Parametric tests such as independent groups t-test, ANOVA test, Tukey post hoc test and Pearson correlation analysis were used for variables with normal distribution of data. For parametric tests, the nonparametric Mann-Whitney U analysis was applied for variables with two groups where the number of observations was not sufficient and the data did not show normal distribution, and nonparametric Kruskal-Wallis-H analysis was applied for variables with three or more groups.

RESULTS

The results are presented within the scope of the research questions. First, we examined whether there was a relationship between young people's reading habits and attitudes towards children's literature and their gender, age, grade, department, frequency of reading books, enjoying reading books and taking children's literature courses. Since there was no significant difference for age, grade and departments, the results were not included.

Table 1 shows the results of the analysis. According to the results of the analysis regarding the gender variable, the difference between the Attitudes Towards Book Reading Habit Scale and gender was not found to be statistically significant ($p>0.05$). However, it was found that there was a significant difference between the total score ($\bar{x}=104.00$; $p<0.05$), Awareness ($\bar{x}=52.47$; $p<0.05$), Appreciation ($\bar{x}=18.86$; $p<0.05$) and Acceptance ($\bar{x}=33.29$; $p<0.05$) sub-dimensions of the Attitude Towards Children's Literature Scale in favor of girls. The fact that the number of girls (n=314) participating in the study is significantly higher than the number of boys (n=24) may have influenced the results. Therefore, this bias in the sample was accepted as a limitation of the study and the results were not shown in the table.

Table 1. Analysis Results

Variables		ATBRHS	Affection	Habit	Necessity	Desire	Effect	Benefit	ATCLS	Awareness	Appreciation	Acceptance
Enjoying Book Reading	Yes (n=329)	131.53 ±10.91	31.05 ±3.36	17.45 ±2.12	14.95 ±1.69	13.18 ±1.61	17.26 ±2.03	37.70 ±3.52	104.27 ±14.10	52.61 ±7.20	18.89 ±6.16	33.37 ±4.59
	No (n=36)	105.63 ±12.72	21.58 ±4.50	12.86 ±2.14	14.00 ±2.66	10.16 ±2.15	15.58 ±2.80	33.26 ±5.03	92.33± 16.21	47.28 ±6.94	16.33 ±5.49	29.77 ±5.40
Test Statistics*		t=13.286 p=0.000	t=12.242 p=0.000	t=12.329 p=0.000	t=2.105 p=0.042	t=8.138 p=0.000	t=3.494 p=0.001	t=5.151 p=0.000	t=4.751 p=0.000	t=4.233 p=0.000	t=2.389 p=0.017	t=4.379 p=0.000
Receiving education on children's literature	Yes (n=41)	131.90 ±12.64	30.56 ±4.38	17.70 ±2.35	14.85 ±1.78	13.26 ±1.65	17.75 ±2.08	38.15 ±3.34	116.34 ±12.43	55.88 ±5.27	25.07 ±4.08	36.00 ±4.71
	No (n=324)	128.61 ±13.59	30.06 ±4.50	16.91 ±2.53	14.86 ±1.83	12.83 ±1.92	17.01 ±2.17	37.15 ±3.97	101.42 ±14.16	51.60 ±7.43	17.82 ±5.87	32.64 ±4.68
Test Statistics*		t=1.470 p=0.143	t=.662 p=0.509	t=1.903 p=0.058	t=-.025 p=0.980	t=1.371 p=0.171	t=2.071 p=0.039	t=1.756 p=0.085	t=6.437 p=0.000	t=4.630 p=0.000	t=10.103 p=0.000	t=4.320 p=0.000
Book reading frequency	a) Never (n=10)	110.00 ±11.18	21.30 ±5.35	12.40 ±1.42	14.00 ±2.53	10.70 ±2.98	16.70 ±2.49	34.90 ±5.68	90.70± 11.91	48.20 ±9.27	14.80 ±7.02	30.20 ±5.24
	b) Rarely (n=53)	118.98 ±16.19	26.70 ±5.19	14.60 ±2.76	14.71 ±2.13	11.64 ±2.29	16.56 ±2.45	35.68 ±4.35	97.81± 16.47	49.58 ±7.81	17.88 ±5.18	31.05 ±5.58
	c) Once or twice a month (n=62)	122.22 ±12.84	28.27 ±4.36	15.82 ±2.08	14.43 ±2.06	12.14 ±1.66	16.33 ±2.26	35.47 ±4.83	98.27± 13.98	48.98 ±8.15	17.69 ±5.66	32.00 ±4.25
	d) Once or twice a week	132.57 ±9.50	31.22 ±3.03	17.69 ±1.80	15.07 ±1.62	13.17 ±1.57	17.41 ±1.84	37.98 ±3.10	105.05 ±13.45	53.28 ±6.11	18.93 ±6.36	33.72 ±4.43

(n=139) e) Every day (n=101)	135.31 ±10.78	32.41 ±3.05	18.48 ±1.72	14.98 ±1.64	13.80 ±1.37	17.44 ±2.22	38.44 ±3.09	107.37 ±14.10	54.03 ±6.91	19.59 ±6.32	33.99 ±4.65
Test Statistics**	KW=96.375 p=0.000 E>A	KW=100.29 p=0.000 E>A	KW=126.21 p=0.000 E>A	KW=12.884 p=0.012 D>A	KW=64.369 p=0.000 E>A	KW=16.363 p=0.003 E>C	KW=36.776 p=0.000 E>A	KW=33.034 p=0.000 E>A	KW=28.797 p=0.000 E>A	KW=9.253 p=0.055	KW=22.983 p=0.000 E>A

Table 2. Correlation Analysis Results

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ATBRHS (1)	1										
Affection (2)	.830**	1									
Habit (3)	.814**	.715**	1								
Necessity (4)	.425**	.302**	.296**	1							
Desire (5)	.766**	.595**	.584**	.147**	1						
Effect (6)	.721**	.378**	.412**	.250**	.540**	1					
Benefit (7)	.790**	.540**	.545**	.192**	.612**	.688**	1				
ATCLS (8)	.473**	.335**	.416**	.213**	.385**	.399**	.411**	1			
Awareness (9)	.508**	.323**	.364**	.182**	.437**	.515**	.463**	.814**	1		
Appreciation (10)	.220**	.102	.235**	.027	.294**	.223**	.207**	.694**	.417**	1	
Acceptance (11)	.366**	.325**	.321**	.236**	.230**	.226**	.301**	.701**	.509**	.262**	1

Table 1 shows that the difference between Attitudes Towards Book Reading Habit Scale total score ($\bar{x}$=131.53; p<0.05), Affection ($\bar{x}$=31.05; p<0.05), Habit ($\bar{x}$=17.45; p<0.05), Necessity ($\bar{x}$=14.95; p<0.05), Desire ($\bar{x}$=13.18; p<0.05), Impact ($\bar{x}$=17.26; p<0.05) and Benefit ($\bar{x}$=37.70; p<0.05) sub-dimension scores and the variable of the young people enjoying reading books was significantly greater in favor of those who enjoy reading books. In addition, Table demonstrates that the difference between the total score ($\bar{x}$=104.27; p<0.05), Awareness ($\bar{x}$=52.61; p<0.05), Appreciation ($\bar{x}$=18.89; p<0.05) and Acceptance ($\bar{x}$=33,37; p<0,05) sub-dimensions of the Attitude Towards Children's Literature Scale was significantly greater in favor of those who enjoy reading books.

There was only a significant difference between the impact sub-dimension score of the Attitudes Towards Book Reading Habit Scale and the education status of young people about children's literature, which was largely in favor of those who have received education ($\bar{x}$=17.75; p<0.05). In addition, the difference between the total score ($\bar{x}$=116.34; p<0.05), Awareness ($\bar{x}$=55.88; p<0.05), Appreciation ($\bar{x}$=25.07; p<0.05) and Acceptance ($\bar{x}$=36.00; p<0.05) sub-dimensions of the Attitude Towards Children's Literature Scale and the education status of

young people about children's literature was significantly different and in favor of those who have received education (Table 1).

The difference between the total score ($\bar{x}$=135.31; p<0.05), Affection ($\bar{x}$=32.41; p<0.05), Habit ($\bar{x}$=18.48; p<0.05), Desire ($\bar{x}$=13.80; p<0.05), Impact ($\bar{x}$=17.44; p<0.05) and Benefit ($\bar{x}$=38.44; p<0.05) sub-dimension scores of the Attitudes Towards Book Reading Habit Scale and the book reading frequency of young people was in favor of those who read books every day, and in necessity sub-dimension, the difference was greatly in favor of those who read books once or twice a week ($\bar{x}$=15.07; p<0.05), (Table 1).

In addition, the difference between the total score ($\bar{x}$=107.37; p<0.05), Awareness ($\bar{x}$=54.03; p<0.05) and Acceptance ($\bar{x}$=33.99; p<0.05) sub-dimension scores of the Attitude Towards Children's Literature Scale was significantly greater in favor of those who read books every day. There was no difference in terms of Appreciation sub-dimension (Table 1).

Table 2 shows that there was a positive and moderately significant relationship between the scores of the Attitudes Towards Book Reading Habit Scale and the Attitudes Towards Children's Literature Scale with 99% confidence (r=.443; p=0.000). The analysis for the scales and their sub-dimensions showed a positive and very strong correlation between the Attitude Towards Book Reading Habit Scale and the Affection sub-dimension (r=.830; p=0.000); a positive and very strong correlation between the Habit sub-dimension (r=.814; p=0.000); a positive and moderate correlation between Necessity sub-dimension (r=.425; p=0.000); a positive and strong correlation between Desire (r=.766; p=0.000); Impact (r=.721; p=0.000), and Benefit sub-dimensions (r=.790; p=0.000) (Table 2).

There was a positive and very strong relationship between the Attitudes Towards Children's Literature Scale and the Awareness Factor (r=.814; p=0.000), while a positive and strong relationship was present between the Appreciation (r=.694; p=0.000) and the Acceptance (r=.701; p=0.000), (Table 2).

Table 3 presents the results of the regression analysis of the effect of attitudes towards reading habits on attitudes towards children's literature.

Table 3. Regression Analysis Results

Independent variable	The dependent variable	ß	t	f	R^2	p
ATBRHS	ATCLS	.473	10.214	104.336	.223	.000

When we examined the predictive role of young people's book reading habits on their attitudes towards children's literature, we found a statistically significant (p=0.000) difference (Table 3). Young people's book reading habits explain 22.3% of their attitudes towards children's literature. As the reading habits of young people increase, their attitudes towards children's literature will increase by 47.3% (ß=.473; R2 =0.223).

CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, we obtained two important results. The first one was that both reading habits and attitudes towards children's literature of young people differ significantly according to various

demographic variables. The second and most important result was that there was a relationship between young people's attitudes towards reading habits and their attitudes towards children's literature, and young people's reading habits significantly predict their attitudes towards children's literature.

We found that the attitudes towards reading habits of young people who liked to read books, received education on children's literature and read books every day were higher. Many previous studies show that the reading habits and reading culture levels of young people who read daily are higher (Bulut, Kuşdemir & Uzun, 2020; Ciğa, 2022; Erbaş & Yılmaz, 2019; Koçak et al., 2016; Sarıkaya & Şakiroğlu, 2021). Since reading habit is defined as the continuous and regular act of reading (Odabaş, Odabaş & Polat, 2008), we can expect that young people who have developed a habit of reading like reading books and read every day. Kurnaz and Yıldız (2015) and Öztürk and İleri Aydemir (2013) also have stated that increasing the number of books read or the time allocated for reading will increase young people's reading motivation and attitudes towards reading. It is inevitable that people who love reading will also be interested in different genres of literature. We can suggest that those who receive education on children's literature have high attitudes towards reading habits. According to Hasırcı (2017), children's literature plays an important role in gaining a love of reading, creating a reading culture and enjoying reading. Büyükkavas Kuran and Ersözlü (2009) and Sönmez et al. (2021) also have examined the observations of classroom teachers on children's literature and found that the teachers considered children's literature important and their attitudes towards children's literature were quite high. Our results, which show that young people who have received education on children's literature have higher attitudes towards reading habits, are consistent with the literature. In line with our results, we can suggest that young people, who are the candidate parents of the future and who are currently studying at the university, should give more importance and time to read books. In fact, we think that the digital age we live in also has effects on reading habits. The study by Sağır and Eraslan (2019), which has examined the effect of smartphones on young people's daily lives, has stated that young people have lost their habit on reading culture because of smartphones and digitalization. Similarly, Fazla et al. have revealed that students' reading habits and reading time decreased with the developing technology and that young people who did not have reading habits had higher levels of addiction to smartphones (Fazla et al., 2019). Other studies also support that university students who read books have lower levels of addiction to smartphones (Akın, 2018; Eryılmaz & Bal, 2019; Gedik & Gezgin, 2022; Modi & Gandhi, 2014). Therefore, we suggest that it may be important to implement various practices that will increase young people's book reading in the university.

In the study, the attitudes towards children's literature were found to be higher among girls, those who like to read books, those who receive education on children's literature and young people who read books every day. While some studies show that girls have higher attitudes towards children's literature (Bozkırlı, Er & Peçenek, 2023; Koçak-Tümer & Tanju-Aslışen, 2022; Sönmez et al., 2021), some research results reveal that attitudes towards children's literature do not differ according to gender (Bağcı, 2007; Dündar & Maden, 2019; Şahin, Çelik & Çelik, 2012). Bozkırlı, Er, and Peçenek (2023) have concluded that reading children's books as well as reading books significantly affected attitudes towards children's literature. Similarly, Lüle Mert (2016) has stated that reading children's books had an effect on the correct evaluation of children's literature works and as a result, attitudes towards children's literature were positively affected. Since the young people in the study were undergraduates studying health sciences, the number of those who received education on children's literature was quite low (Table 3). Despite such a low number, the fact that their attitudes towards children's literature were high can be considered as an important finding, as well as an indicator of the efficacy of

their education. These results are probably due to the fact that young people enjoy reading books and the frequency of reading books also have an effect on this result (Tables 2, 4), because our results show that those who receive education on children's literature also have higher attitudes towards reading habits. In other words, the results support each other. Çetinkaya Özdemir and Kaya Özgül (2023) also have the examined the awareness levels of university students on children's books and found that young people who took children's literature courses had better awareness. Similarly, Bozkırlı, Er, and Peçenek (2023) concluded that taking a children's literature course made a significant difference in young people's attitudes towards children's literature. In line with the results, these findings can be interpreted that the children's literature course taken at the undergraduate level contributes positively to the awareness levels of young people and creates awareness about the importance and necessity of children's literature. Therefore, we think that adding children's literature or other literature courses to university curricula within the scope of elective courses, regardless of their departments, will contribute to the cultural and artistic development of young people.

In the study, we demonstrated a relationship between young people's attitudes towards book reading habits and their attitudes towards children's literature and that young people's book reading habits significantly predicted their attitudes towards children's literature. Although there are many studies in the literature examining attitudes towards book reading habits, no study has examined the effect of this attitude on attitudes towards children's literature. In this respect, our study is one of its kind and provides a validated idea that the habit of reading books supports positive gains both directly and indirectly, because our results showed that as the reading habit of young people increases, their attitudes towards children's literature will increase by 47.3%. This result re-emphasized the importance of gaining reading habits and developing positive attitudes towards reading.

There are other studies which have examined the attitudes towards book reading habits of university students. Kara (2019) et al. have examined young people's habits on reading and using libraries in relation to their demographic and educational characteristics and their major area. In addition, Fazla et al. (2019) also have examined the relationship between young people's reading habits and smartphone addiction levels. Dündar and Maden (2019) have examined the relationship between parents' awareness of children's literature and both their demographic characteristics and their children's reading habits. Research on attitudes towards children's literature is much more limited. Bozkırlı, Er, and Peçenek (2023) have examined attitudes towards children's literature in terms of gender, grade, reading children's books, and taking children's literature courses. Similarly, Sönmez et al. (2021) have examined attitudes towards children's literature according to gender, education level and professional seniority. Koçak Tümer and Tanju Aslışen (2022) have investigated within the scope of age, professional seniority and education level.

In general, our study significantly contributes to the literature on children's literature by shedding light on the importance of the relationship between young people's attitudes towards book reading habits and their attitudes towards children's literature. The results of our study are both in line with the existing literature and important as it is mostly the only study that examines the effect of attitudes towards reading habits on attitudes towards children's literature.

Based on the research results, it can be said that there is a need to strengthen the reading habits of young people. In this way, their attitudes towards reading habits and their level of reading culture can be improved. For this reason, various campaigns such as book reading, library visits and book donations can be organised in university social club activities. In addition, various projects related to book reading can be developed where university students can interact with high school and primary school children and act as role models.

Although we obtained important results in the study, there are certain limitations. First, the sample size was relatively small. Therefore, more studies need to be conducted on this subject for more generalization because learning is largely based on reading and reading habits and is a cultural skill that depends on the development of countries. In addition, even though we produced important results, this study can be taken as preliminary research because it is the first study in its area and these subject needs further research. Finally, since the study was a cross-sectional study, it is not possible to make a causal inference based on our results.

REFERENCES

Akın, G. (2018). Determination of smartphone addiction level in Erzincan University students and evaluation of related factors. Master thesis. Erzincan: Erzincan Binali Yıldırım University.

Akman, İ., & Akman, N. (2017). The problem of reading habits of children and the youth: an assessment of the functionality of school libraries. The Journal of Turkish Librarianship, 31(2), 281-285. https://dergipark.org.tr/en/pub/tk/issue/48648/618481

Aslıyüksek, M. K. (2022). Reading culture in children's literature: A thematic evaluation on illustrated books. TYB Akademi Dil Edebiyat & Sosyal Bilimler Dergisi, 34, 38-54. https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A2%3A31583970/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A162147888&crl=c&link_origin=www.google.com

Ata-Aktürk, A., & Demircan, H. Ö. (2021). Supporting preschool children's STEM learning with parent-involved early engineering education. Early Childhood Education Journal, 49(4), 607-621. https://doi.org/10.1007/s10643-020-01100-1

Bağcı, H. (2007). Evaluation of Turkish teacher candidates' attitudes towards children's literature and children's literature course. Milli Egitim, 174, 116-134.

Bamberger, R. (1990). Developing the habit of reading. Ankara: Ministry of Culture.

Baş, B. (2015). Children's literature in terms of teaching Turkish. Ankara: Pegem.

Bozkırlı, K.Ç., Er, O., & Peçenek, O. (2023). Investigation of Turkish teacher candidates' attitudes towards children's literature in terms of various variables. International Journal of Language Academy, 11(2), 138-148. https://doi.org/10.29228/ijla.69560

Bulut, P., Kuşdemir, Y., & Uzun, E.B. (2020). A study on reading culture: The sample of teacher candidates. Journal of Youth Studies, 8(21), 74-95. https://dergipark.org.tr/en/pub/genclikarastirmalari/issue/56614/700455

Büyükkavas Kuran, Ş., & Ersözlü, Z.N. (2009). Views of classroom teachers on children's literature. Centennial University Journal of the Faculty of Education, 6(1), 1-17. https://dergipark.org.tr/en/pub/yyuefd/issue/13711/165992

Büyüköztürk, Ş., Kılıç, E., Akgün, Ö.E, Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). Scientific research methods. Ankara: Pegem.

Ciğa, Ö. (2022). Evaluation of Turkish language and Turkish literature teacher candidates' attitudes towards reading habits (Ziya Gökalp Education Faculty Sample). Journal of Social Sciences Institute, 10(2), 120-131. https://doi.org/10.53586/susbid.1129217

Çer, E. (2016). Children's literature: Children's reality and relativity to children in 0-6 years old children's books. Ankara: Educating Book.

Çetinkaya Özdemir, E., & Kaya Özgül, B. (2023). Awareness of classroom teacher candidates regarding children's books. Anadolu University Journal of Education Faculty, 7(1), 175-201. https://doi.org/10.34056/aujef.1185253

Dilidüzgün, S. (2008). Children and children's literature with its main lines. Eskisehir: Anadolu University.

Dündar, N., & Maden, S. (2019). Investigation of the relation between awareness of parents about children's literature and reading habits of students. Journal of Mother Tongue Education, 7(4), 1077-1094. https://www.anadiliegitimi.com/en/download/article-file/844061

Erbaş, E.P., & Yılmaz, B. (2019). Comparative study on reading habits of the students between Karamanoglu Mehmetbey University Turkish Language and Literature Department and Baku State University Azerbaijan Language and Literature Department. Information World, 20(2), 119-142. https://doi.org/10.15612/BD.2019.725

Eryılmaz, S., & Bal, H. (2019). The relationship between technology addiction and recreational tendencies: A research on university students. Journal of Turkish Tourism Research, 3(4), 1-18. https://www.tutad.org/index.php/tutad/article/view/108

Fazla, S., Akcan, M., Sümer, O.N., & Gezgin, D.M. (2019). Examining the relationship between high school students' reading habits and smartphone addiction. 7th International Instructional Technologies and Teacher Education Symposium, Antalya.

Gedik, S., & Gezgin, D.M. (2022). Examining the smartphone addiction of university students in terms of their participation in recreational activities. Journal of Youth Studies, 10(28), 1-20. https://doi.org/10.52528/genclikarastirmalari.973348

Gömleksiz, M.N. (2004). Validity and safety of an attitude scale on reading habits. Journal of Social Science, 14(2), 185-195. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/71991

Gültekin, A. (2011). Children's and youth literature articles. Istanbul: Erdem Publications.

Hasırcı, S. (2017). An analysis of preservice Turkish teachers' perceptions related to children's literature by means of metaphors. The Journal of International Social Research, 10(51), 717-728. http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2017.1808

Hillman, J. (1999). Discovering children's literature. Upper Saddle River New Jersey: Merill.

İnce Samur, A.Ö. (2018). Which books are to benefit from and how in the process of gaining a reading culture? Pesa International Journal of Social Studies, 4(4), 343-363. https://doi.org/10.25272/j.2149-8385.2018.4.4.02

Kaçan Softa, H., & Ulaş Karaahmetoğlu, G. (2015). The effect of reading books on critical thinking in university students. Yıldırım Beyazıt University Faculty of Health Sciences Nursing E-Journal, 3(2), 24-37.

Kakırman Yıldız, A. (2015). The necessity of kindergarten libraries in pre-school education institutions for the culture of reading habits in Turkey. Milli Egitim, 208, 90-105. https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/36142/406089

Kang, H. (2021). Sample size determination and power analysis using the G* Power software. Journal of Educational Evaluation for Health Professions, 18(17), 1-12. https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.17

Kara, M. (2019). An examination on the reading habits and library use of primary school teacher candidates, Master's Thesis. Edirne: Trakya University.

Karaağaç, H.G., & Alikılıç, D. (2023). Children's literature and the concept of child relativity. Education and Technology in Information Science, 1(1), 58-66. https://dergipark.org.tr/en/pub/etis/issue/79269/1313974

Karagül, S. (2020). The development of an attitude scale towards children's literature: Validity and reliability study. Journal of Child, Literature and Language Education, 3(2), 203-226. https://doi.org/10.47935/ceded.836154

Karatay, H. (2018). Reading education theory and practice. Ankara: Pegem Publishing.

Koç, S., & Müftüoğlu, G. (2008). Listening and reading instruction. www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2277/unite04.pdf

Koçak, B., Çermik, F., Polat, S., & Şahin, N. (2016). An evaluation about teacher candidates' reading attitude in terms of difference variable. International Journal of Turkish Literature Culture Education, 5(1), 395-411. https://doi.org/10.7884/teke.588

Koçak Tümer, N.B., & Tanju Aslışen, E.H. (2022). Investigation of preschool teachers' attitudes towards children's literature. Iğdır University Journal of Social Sciences, 31, 179-194. https://doi.org/10.54600/igdirsosbilder.1125204

Körükçü, Ö. (2012). Examination of picture books for preschool education in terms of basic features. Trakya University Journal of Social Sciences, 14(2), 243-254. https://doi.org/10.21764/maeuefd.319461

Kurnaz, H., & Yıldız, N. (2015). Assessment of the different variables of secondary school students' reading motivation. Turkish Journal of Social Research, 19(3), 53-70. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/696788

Lüle Mert, E. (2016). Impact of the children's literature criticism on the discernment skill of the candidate Turkish teachers at the children's books in line with the children's developmental level. Erzincan University Journal of Education Faculty, 18(2), 1252-1274. https://doi.org/10.17556/jef.23692

Modi, Y.A., & Gandhi, I.S. (2014). Internet sociology: Impact of Facebook addiction on the lifestyle and other recreational activities of the Indian youth. In SHS Web of Conferences EDP Sciences.

Mülayim, B., & Feyman Gök, N. (2023). Reviewing content features of pandemic themed children's picture books for early childhood period. Electronic Journal of Social Sciences, 22(88), 1993-2013. https://doi.org/10.17755/esosder.1259853

Odabaş, H., Odabaş, Z.Y., & Polat, C. (2008). Reading habits of university students: Ankara University example. Information World, 9(2), 431-465. https://doi.org/10.15612/BD.2008.313

Öztürk, E., & İleri-Aydemir, Z. (2013 Evaluation of the reading motivation of the beginner level readers according to the daily reading time and the reading status of the family. Kastamonu Journal of Education, 21(3), 1105-1116. https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefdergi/issue/22605/241576

Özbay, M. (2009). Comprehension techniques: I- reading training. Ankara: Öncü Book.

Sağır, A., & Eraslan, H. (2019). The impact of smart phones on young people's daily life: Example of university youth in Turkey. OPUS Journal of Society Research, 10(17), 48-78. https://doi.org/10.26466/opus.515339

Sarıkaya, B. & Şakiroğlu, Y. (2021). The relationship between prospective Turkish teachers' questioning skills and their attitudes towards the reading habit. Iğdır University Journal of Social Sciences, 25, 624-655.

https://dergipark.org.tr/en/pub/igdirsosbilder/issue/66833/1045368

Sever, S. (2013). Children's literature and reading culture. Izmir: Tudem Publications.

Sönmez, M., Durmaz, M., Topçam, A.B., & Çetinkaya, F.Ç. (2021). Investigation of classroom teachers' attitudes towards children's literature in terms of various variables. Journal of Mother Tongue Education, 9(2), 531-542. https://doi.org/10.16916/aded.879211

Şahin, E.Y., Çelik, G., & Çelik, B. (2012). Views of parents on the concept of children's literature (Çanakkale example). Canakkale Studies Turkish Yearbook, 10(12), 109-125. https://dergipark.org.tr/en/pub/canakkalearastirmalari/issue/3999/52822

Şirin, M.R. (2019). Children, childhood and children's literature. Istanbul: Uçan At Publications.

Taşkesenlioğlu, L. (2013). An investigation on the reading habits of secondary school students. Black Sea Journal of Social Sciences, 5(9), 261-274. https://dergipark.org.tr/en/pub/ksbd/issue/16222/169898

Temizyürek, F., Çolakoğlu. B.K., & Coşkun, S. (2013). Examination of ninth grade students' reading habits in terms of some variables. Turkish Journal of Educational Sciences, 11(2), 114-150. https://dergipark.org.tr/en/pub/tebd/issue/26092/274942

Türk Dil Kurumu. (2023). Literature. https://sozluk.gov.tr/

Üstündağ, A. (2020). Child and screen digital media and child development. Ankara: Educating Book.

Yalçın, A., & Aytaş, G. (2016). Children's literature. Ankara: Akçağ Publications.

Yeşilyurt, H. (2023). Examination of cultural heritage items in preschool children's picture books. Journal of Gastronomy, Hospitality, 6(1), 147-156. https://doi.org/10.33083/joghat.2023.254

Yıldız, A.K. (2016). Family as a role model on developing a reading habit for preschool children. Mavi Atlas, 7, 95-112. https://doi.org/10.18795/ma.94919

Yiğitbaşı, K. G. (2018). Children's publications and outsourcing. Cizgi Bookstore.

Zorlu, G., Öneren, M., & Çiftçi, G.E. (2019). A research on the relationship between employees' reading habits and emotional intelligence. İstanbul: 4th International EMI Entrepreneurship & Social Sciences Congress. https://www.researchgate.net/profile/Gamze-Ciftci/publication/338855373_Calisanlarin_Kitap_Okuma_Aliskanliklari_ile_Duygusal_Zeka_Arasindaki_Iliskiye_Yonelik_Bir_Arastirma/links/5e300abc299bf10a659925f3/Calisanlarin-Kitap-Okuma-Aliskanliklari-ile-Duygusal-Zeka-Arasindaki-Iliskiye-Yoenelik-Bir-Arastirma.pdf

DÜNYA ALPAKA ENDÜSTRİSİNİN MEVCUT DURUMUNA GENEL BİR BAKIŞ

A GENERAL OVERVIEW OF THE CURRENT STATUS OF THE WORLD ALPACA INDUSTRY

Prof.Dr. Rıza ATAV

Tekirdag Namık Kemal University, Çorlu Faculty of Engineering,

Department of Textile Engineering, Tekirdag, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5807-4542

Serkan BALCI

Beymen Perakende ve Tekstil Yatırımları A.Ş., İstanbul, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-8974-4613

Durul Büşra DİLDEN

Beymen Perakende ve Tekstil Yatırımları A.Ş., İstanbul, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/10000-0002-4636-7698

ÖZET

Yün denildiğinde akla koyundan elde edilen lif gelmektedir. Oysa koyunun dışında yün elde edilen pek çok hayvan türü bulunmaktadır. Bunlardan birisi de deve soyuna ait hayvanlar arasında yer alan alpakalardan elde edilen alpaka yünüdür. Alpakaların, kabarık tüyleri vücutlarından dışarıya çıkan Huacaya ve tüyleri heybetli görünüme sahip saç lüleleri şeklinde vücutlarından sarkan Suri olmak üzere, iki farklı türü vardır. Alpakaların çoğunluğu Güney Amerika'da Peru, Bolivya ve Şili'de yetiştirilmektedir. Ayrıca Arjantin ve Ekvator da başlıca alpaka yetiştiren ülkeler arasındadır. Günümüzde alpakalar ABD'ye, Kanada'ya, Avustralya'ya, Yeni Zelanda'ya, İngiltere'ye, Almanya'ya ve Avrupa'nın çeşitli bölgelerine ve hatta Çin'e ulaşmış durumdadır. Bu makalede dünyadaki alpaka popülasyonunun mevcut durumu ve dünya alpaka lifi üretimi hakkında bilgi verilmektedir.

Anahtar kelimeler: Alpaka, Huacaya, Suri, yün, lif

ABSTRACT

When it comes to wool, the first thing that comes to mind is the fiber obtained from sheep. However, there are many animal species other than sheep from which wool is obtained. One of these is alpaca wool obtained from alpacas, which are among the camel species. Alpacas have two different types: Huacaya, whose fluffy hair protrudes from their bodies, and Suri, whose hair hangs from their bodies in the form of imposing locks of hair. The majority of alpacas are raised in Peru, Bolivia and Chile in South America. Also, Argentina and Ecuador are among the main alpaca breeding countries. Today, alpacas have reached the USA, Canada, Australia,

New Zealand, England, Germany and various parts of Europe, and even China. This article provides information about the current status of the alpaca population in the world and the global alpaca fiber production.

Key Words: Alpaca, Huacaya, Suri, wool, fiber

GİRİŞ

Doğal tekstil pazarı koyun yünü lifleri tarafından domine edilmektedir, ancak kaşmir, angora, lama ve alpaka gibi "özel lifler" de dahil olmak üzere birçok başka lif de kullanılmaktadır (Czyż ve ark., 2025). Dört tür Güney Amerika Camelidae grubunu oluşturmaktadır. Bunlar Lama (Lama glama); Alpaka (Lama pacos veya Vicugna pacos); Vikunya (Vicugna vicugna) ve Guanaco (Lama guanicoe)'dur (Tuckwell, 1994). Dört Güney Amerika deve türünden yalnızca alpaka, lifin hayvanın vücudunda bulunduğu bölgeye bağlı olarak yüksek bir kalınlık değişkenliği göstermesine rağmen, uniform yünle karakterize edilir. Alpaka lifi son derece hassastır ve mükemmel ısı yalıtım değerleri ile karakterize edilir. Alpakaların ayırt edici bir özelliği çok ince liflerde bile büyük miktarda medullanın varlığıdır (Radzik-Rant, 2018). Alpaka lifleri, koyun liflerine göre kalite açısından birçok üstün özelliğe sahiptir. Bu durum, bu çok daha pahalı hammaddeye yönelik yüksek talebe yol açmaktadır (Czyż ve ark., 2025). Alpakaların, kabarık tüyleri vücutlarından dışarıya çıkan Huacaya ve tüyleri heybetli görünüme sahip saç lüleleri şeklinde vücutlarından sarkan Suri olmak üzere, iki farklı türü vardır. Suri'lerin tüyleri soğuğa karşı daha az izolasyon sağlayabildiğinden, bu hayvanlar Güney Amerika'nın sert dağ iklimine karşı daha az dayanıklıdırlar. Bu nedenle Suri türü daha az bulunmaktadır. Ancak Suri'lerin lifleri daha uzun ve ipeğimsi olduğu için daha pahalıdır. Genel olarak alpaka yünleri renklerine göre: beyaz, gri, taba, açık kahverengi, koyu kahverengi, siyah ve karışık olmak üzere yediye ayrılmaktadır. Renk çeşitliliği çeşitli ülkelerin alpakaları arasında farklılık göstermekte olup Peru alpakalarının 22 farklı doğal rengi vardır (Atav, 2010).

Şekil 1: Huacaya (solda) (https://cottoncreekfarms.com/alpacas/listings/reba/, 2025) ve Suri (sağda) (https://www.quintessencealpacas.com/about-suris, 2025) türlerine ait alpakalar

Kişi başına küresel elyaf üretimi 1975'te kişi başına 8,3 kilogramdan 2022'de kişi başına 14,6 kilograma çıkmıştır. Sentetik lifler 1990'lardan beri pazara hâkim duruma gelmiş olup 2022'de dünya elyaf üretiminin %65'ini sentetik lifler oluşturmuştur. Poliester lifi tek başına dünya elyaf üretiminin %54'ünü oluşturmaktadır. Bunu %22 ile pamuk takip etmektedir (Abril Ortiz, 2024). Hayvansal liflerin 2023'te pazar payı %1 idi. Küresel temiz yün üretimi yaklaşık 1 milyon ton olup küresel lif üretiminin %0,9'unu oluşturmaktadır. Diğer hayvansal lifler (yünün dışında) ise %0,1'lik pazar payına sahiptir, ipek %0,07 ile bunun çoğunluğunu oluşturmaktadır (textileexchange, 2024).

DÜNYA ALPAKA POPULASYONU

Çeşitli araştırmacılar tarafından devegillerin ticari hayvancılığının Güney Amerika yerlileri tarafından 3.000 yıldan fazla bir süredir yapıldığı tahmin edilmektedir. İspanyol öncesi dönemlerde Alpaka ürünleri hayatta kalmak için gerekli diğer mallarla takas için kullanılırdı. And çevresiyle uyum içinde ve bu çevreyi tamamlayıcı nitelikte yapılan üretim; lif, deri ve postlar, süs eşyaları ile taze ve kurutulmuş eti kapsamaktaydı. Orijinal Alpaka endüstrisi 1532 yılında Peru'nun İspanyollar tarafından işgal edilmesiyle yok olmuştur. İspanyolların işgalinden sonra 100 yıldan kısa bir süre içinde yerli hayvanlar ve otlakları yok edilmiştir. Endüstri, 1860'larda bir İngiliz elyaf işleyicisinin (Sir Titus Salt) İngiltere'de "Alpaka" olarak markalanmış, bilinmeyen bir elyaf balyasını işlemesine kadar neredeyse hiç var olmamıştır. Bu durum Peru'da Alpaka endüstrisinin yeniden canlanmasına yol açmıştır (Tuckwell, 1994). Alpaka lifi, Peru'ya özgü bir Güney Amerika devegil türü olan alpakalardan toplanan kıldır. Tarihsel olarak, alpaka lifi ince mikron aralığı nedeniyle kraliyet ailesine ayrılmıştı (textileexchange, 2024). Halihazırda Güney Amerika'daki devegiller Şili, Peru, Bolivya ve Arjantin'e kadar uzanan yüksek And düzlüğü olan "Altiplano" olarak bilinen bölgeyle sınırlıdır (Tuckwell, 1994).1980'lerde alpakalar, Şili ve Peru'dan Avustralya, Yeni Zelanda, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada'ya ve Avustralya'dan Avrupa'ya yayılmıştır. Bu hayvanların yayılmasının temel nedeni lifleridir (Radzik-Rant, 2018). Günümüzde, alpakaların çoğu hala Peru'nun yaylalarında, 11.000 ila 16.000 fit (3.500 ila 5.000 metre) arasındaki yüksekliklerde yaşamaktadır. Büyük çoğunluk (%95) Huacaya cinsine ait olup geriye kalan %5'i Suri olarak sınıflandırılmaktadır (textileexchange, 2024).

Yaklaşık 4,3 milyon alpaka ile Peru, alpaka lifinin en büyük üreticisi ve ihracatçısıdır. Alpakalar çoğunlukla Puno, Cusco ve Arequipa bölgelerinde bulunmaktadır. Alpakalar genellikle 50-100 alpakadan oluşan küçük üreticiler (%85) tarafından yönetilir. Bolivya, dünyanın en büyük ikinci alpaka elyaf üreticisidir. Ülkede yaklaşık 500 bin alpaka vardır ve La Paz, Cochabamba ve Potosi bölgelerine dağılmıştır. Alpakalar, yerel olarak bofedales olarak bilinen otlaklarda ve ıslak çayırlarda yetiştirilir. Şili, Güney Amerika'daki alpaka lifinin üçüncü üreticisidir, dünya çapındaki alpakaların %0,6'sına sahiptir. Şili'de yaklaşık 16.707 bin alpaka vardır. Kuzey Şili'de, Aymara yerli toplulukları hala aile mülkünü saymayı ve yeniden teyit etmeyi amaçlayan "floreo" olarak bilinen geleneksel işaretleme ritüellerini sürdürmektedir. Arjantin'de çok az alpaka vardır; ancak, Şili ve Bolivya'da bitişik ortamlarda bulunmaları nedeniyle lama olarak sayılabilirler (Abril Ortiz, 2024).

Ekvador'da alpakalar, And Dağları Sıradağları'ndaki kırılgan ekosistemler olan "páramos"ta yaşayan topluluklar için bir geçim fırsatıdır. Ekvador'da, özellikle "Cañaris" ve "Puruhás" gibi Kolomb öncesi medeniyetlerde, MÖ 5.000 yıl önce devegillere dair kanıtlar var. Bu ülkede, Güney Amerika devegilleri neredeyse yok oldu ve 80'lerde ve 90'larda Peru, Bolivya ve Şili'den yeniden getirildi. Ekvador'daki alpakalar çoğunlukla Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo ve Cañar eyaletlerinde bulunmaktadır. Toplam popülasyonun 6.000 - 7.000 alpaka arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu alpakalar öncelikle topluluk dernekleri (%80) ve daha küçük bir kısmı özel yetiştiriciler (%20) tarafından yönetilmektedir (Abril Ortiz, 2024).

Şekil 2. Merkez And Dağları'ndaki alpakaların dağılımı (Abril Ortiz, 2024)

Günümüzde alpakalar ABD'ye (180.000 alpaka), Kanada'ya (30.000 alpaka), Avustralya'ya (160.000 alpaka), Yeni Zelanda'ya (40.000 alpaka), İngiltere'ye (40.000 alpaka), Almanya'ya (20.000 alpaka) ve Avrupa'nın çeşitli bölgelerine (yaklaşık 10.000 alpaka) ulaşmıştır. Güney Amerika'daki alpaka popülasyonu birkaç milyona ulaşırken, dünyanın geri kalanındaki popülasyon bu toplamın %10'undan daha azdır (https://www.silverstreamalpaca.com/post/the-history-of-alpacas/03.04.2025). Avustralya alpaka endüstrisi, 1980'lerde ve 1990'larda Güney Amerika'dan alternatif bir hayvan elyafı endüstrisi geliştirmek için ithalatlarla başladı. Avustralya alpaka endüstrisi, Avustralya'nın ılıman bölgelerine yayılmıştır (Boughey, 2024). Bu ülkelerin dışında Çin'in de alpakalara ilgi göstermeye başladığına dair işaretler mevcuttur. Bazı bilgilere göre, artık Çin sadece alpaka lifi almamakta, aynı zamanda canlı hayvanları da ülkelerine ithal etmektedir (Atav, 2010).

Tablo 1'de çeşitli ülkelerde mevcut olan alpaka popülâsyonu verilmektedir.

Tablo 1: Çeşitli ülkelerdeki alpaka popülasyonunun değişimi (a: Dalton ve Franck, 2000; b: Abril Ortiz, 2024;silverstreamalpaca.com, 2025)

Ülke	2000a	2024b
Peru	3.500.000	4.300.000
Bolivya	350.000	500.000
Şili	40.000	16.707
Arjantin	5.000	
Ekvator	5.000	6.000
ABD	15.000	180.000
Kanada	10.000	30.000
Avustralya	20.000	160.000
Yeni Zelanda	5.000	40.000
İngiltere	5.000	40.000
Almanya	-	20.000
Diğer Avrupa	-	10.000
Toplam	3.955.000	5.302.707

DÜNYA ALPAKA LİFİ ÜRETİMİ

Küresel alpaka lifi üretimi 2023 yılında yaklaşık 6.200 tondur. Huacaya yünü, tekstil ve örme giyim üretiminde kullanılan birincil çeşittir. Mevcut tedarik zinciri, işlemenin yaklaşık %90'ının dikey olarak entegre operasyonlara sahip iki ana tedarikçi tarafından gerçekleştirildiği Peru'da merkezileştirilmiştir. Ek olarak, birkaç küçük üretici grubu bağımsız olarak faaliyet göstermektedir. Şu anda, alpaka elyafı iki büyük işlemci tarafından işlenmeden önce aracılar tarafından toplanıp satılmaktadır (textileexchange, 2024). Peru 2018'de, çoğunlukla Çin (%24), İtalya (%19) ve ABD (%16) olmak üzere 97 ülkeye toplam 167 milyon avro değerinde alpaka lifi ürünü ihraç etmiştir. Bolivya'da üreticiler genellikle beyaz elyaf için kg başına 2,95 €, renkli elyaf için kg başına 1,88 € almaktadır. Bununla birlikte, liften ipliğe ürünün değeri %220 oranında artmaktadır. Ekvador'da Chimborazo'da yapılan bir çalışma, alpaka lifinin kilogram başına fiyatının yaklaşık 3,26 €/kg değişebileceğini ve her alpakanın kalitesine bağlı olarak yılda yaklaşık 2 kilogram lif verdiğini göstermiştir (Abril Ortiz, 2024).

Alpaka yünü üretimi, lif tedarikinden kaynaklanan emisyonlar ve kırkma sırasında hayvan refahı konusundaki endişeler gibi önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Bu sorunlar, endüstriyel alpaka tekstil üretiminde bulunan ekolojik zorlukları vurgular. Alpaka giysi üretimindeki yerel uygulamalar, endüstriyel üretimin çelişkilerini tekrarlamaktan kaçınmak için bu zorlukları ele almalıdır. Alpaka yünü lüks olarak pazarlanabilirken, sürdürülebilirliği sorgulanmaktadır (Abril Ortiz, 2024).

Etik muamele ve hayvan refahı, sürdürülebilir moda üzerine yapılan tartışmaların bir parçasıdır. Kırkma işlemi sırasında alpakaların refahı ile ilgili eleştiriler, Hayvanlara Etik Muamele İçin İnsanlar (PETA) gibi örgütler tarafından yapılmıştır. Örgüt, Peru'daki büyük bir özel çiftlik olan Mallkini'de alpakalara yönelik zulüm uygulamalarını kınamıştır. Buna yanıt olarak, Sorumlu Alpaka Standardı (RAS), hayvan refahının korunması, arazi muhafazası ve sosyal korumaya odaklanan gönüllü bir sertifika programı olarak tanıtılmıştır. 2019'da Peru, diğerlerinin yanı sıra hayvan refahına yaklaşan alpaka kırkma konusunda ulusal bir teknik norm yayınlamıştır (Abril Ortiz, 2024). Nisan 2021'de başlatılan Sorumlu Alpaka Standardı (RAS), alpakaların refahını, otladıkları araziyi ve çiftlik düzeyindeki sosyal refahı ele alan gönüllü bir küresel standarttır. 2023'te, RAS sertifikalı alpaka lifinin pazar payı, 2022'deki %3'ten (192 ton) %7'ye (436 ton) yükselmiştir. Peru'daki alpaka çiftçiliği, hayvanların çevrelerine adapte olduğu kapsamlı otlatma ve serbest dolaşımlı yetiştirme sistemlerine dayanmaktadır. RAS, alpaka lifinin çiftlik düzeyindeki hayvan refahı uygulamalarını, arazi yönetimini ve sosyal refahı kapsayan sorumlu kaynaklardan geldiğini doğrulamak için paydaşların talebi üzerine geliştirilmiştir. Sorumluluk zinciri sertifikası, sertifikalı çiftliklerden gelen lifin uygun şekilde tanımlanmasını ve izlenmesini sağlar (textileexchange, 2024).

SONUÇ

Alpaka yünü, üretim hacimleri açısından kaşmir ve tiftikten hemen sonra gelen bir kıl kökenli lüks lif olarak kabul edilmektedir. Sonuç olarak, bir alpaka kazağının maliyeti 150-200 dolar arasında olabilir. Yüksek kaliteli ve sürdürülebilir bir malzeme olan alpaka yünü, yavaş moda (slow fashion) uygulamaları geliştirmek için bir fırsat sunmaktadır. Hatta doğal olarak renkli lifler, lifi ağartmadan veya boyamadan ve renklendirmeyle ilgili etkilerden yararlanma fırsatı olabilir (Abril Ortiz, 2024). Alpaka lifleri sahip oldukları üstün özellikler nedeniyle özellikle katma değeri yüksek ürün gruplarının aranan liflerinden biri hâline gelmiştir. Bu nedenle her ne kadar anavatanları Güney Amerika ülkleri olsa da özellikle son yıllarda ABD'ye, Kanada'ya, Avustralya'ya, Yeni Zelanda'ya, İngiltere'ye, Almanya'ya ve Avrupa'nın çeşitli bölgelerine ve hatta Çin'e yayılmış durumdadır. Daha elyaf formundayken yüksek fiyatlara alıcı bulmaları,

alpaka yetiştiriciliğine olan ilgiyi de artırmaktadır. Alpaka liflerinin tanınırlığı arttıkça gelecekte bu liflere olan ilginin de giderek artmaya devam edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abril Ortiz, A. (2023-2024). Artisanal alpaca garments from the Central Andes: slow fashion practices for cultural sustainability, MSc Thesis (Supervisor: Prof. Constanza Parra), KU Leuven Faculty of Science.

- Atav, R. (2010). Alpaka lifleri. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(1), 65-72.

- Boughey, I., Hall, E., Bush, R. (2024). Australian Alpaca Demographics and Management: A National Survey, Animals, 14, 2861.

- Czyż, K., Wyrostek, A., Smoliński, J., Kondracka, N., Pietrzyńska, M. (2025). Selected Parameters of Huacaya Alpacas Fibers and Olkuska Sheep Wool, Journal of Natural Fibers, 22:1, 2436075.

- Dalton, J., Franck, R. (2000). Chapter 3: Cashmere, camelhair and other hair fibres, In Silk, Mohair, Cashmere and other Luxury Fibres (Ed. R.R. Franck), Boca Raton Boston New York Washington DC, U.S.A, CRC Pres ISBN 0-8493-1311-2.

- https://cottoncreekfarms.com/alpacas/listings/reba/, Erişim tarihi: 25.04.2025.

- Textile Exchange 2024, Materials Market Report, https://2d73cea0.delivery.rocketcdn.me/app/uploads/2024/09/Materials-Market-Report-2024.pdf, Erişim tarihi: 12.06.2025.

- https://www.silverstreamalpaca.com/post/the-history-of-alpacas, Erişim tarihi: 03.04.2025.

- https://www.quintessencealpacas.com/about-suris, Erişim tarihi: 25.04.2025.

- Radzik-Rant, A., Pofelska, O., Rant, W. (2018). Characteristics of alpaca wool from farmed animals located on different continents, Animal Science, 57(2), 151-158.

- Tuckwell, C. (Mart 1994). The Peruvinian Alpaca Industry, A Report for Rural Industries Research and Development Corporation, Primary Industries South Australia.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE YEŞİL ALTYAPININ ROLÜ: TÜRKİYE VE DÜNYA KENTLERİNDEN UYGULAMA ÖRNEKLERİYLE BİR DEĞERLENDİRME

THE ROLE OF GREEN INFRASTRUCTURE IN COMBATING CLIMATE CHANGE: AN EVALUATION WITH CASE STUDIES FROM URBAN AREAS IN TURKEY AND GLOBALLY

Doç. Dr. Çiğdem TUĞAÇ

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2555-6641

ÖZET

İklim değişikliğinin etkileri günümüzde en yoğun şekilde kentlerde hissedilmektedir. Artan sıcaklıklar, şiddetli yağışlar, taşkınlar ve kuraklıklar, kentlerin doğal sistemleri üzerindeki baskıyı artırmakta ve özellikle su yönetimi başta olmak üzere kentsel yaşamın birçok yönünü etkilemektedir. Bu etkilerle mücadele kapsamında son yıllarda öne çıkan doğa temelli çözüm yaklaşımlarından biri de yeşil altyapı sistemleridir. Bu çalışmanın amacı, yeşil altyapının kentlerde iklim değişikliğiyle mücadelede sunduğu çevresel, sosyal ve ekonomik katkıları bütüncül biçimde ele almak ve sürdürülebilir, dirençli kentsel gelişim hedefleri bağlamında değerlendirerek, politika önerileri sunmaktır. Bu çalışma, yeşil altyapının iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolünü incelemek amacıyla literatür taraması ve vaka analizi yöntemlerini kullanmaktadır. Yeşil altyapının temel ilkeleri, bileşenleri ve faydalarını ortaya koymak üzere kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Teori ile pratiği ilişkilendirmek amacıyla Türkiye'den (İstanbul, İzmir ve Gaziantep) ve uluslararası ölçekte (Singapur, Portland ve Berlin) seçilen kent örnekleri karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Türkiye ve dünyadaki uygulamalar; yerel politika belgeleri, resmi proje raporları, akademik yayınlar, güncel belediye dokümanları ve web kaynakları aracılığıyla nitel içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Yapılan analiz, yeşil altyapının iklim değişikliğiyle mücadelede azaltım ve uyum hedeflerine katkılarını, uygulama yaklaşımlarını, elde edilen çıktıları ve karşılaşılan zorlukları kapsamlı biçimde ortaya koymuş; inceleme süreci görsel materyallerle desteklenmiştir. Çalışma, yeşil altyapının kentsel ısı adası etkisini azaltarak, hava kalitesini iyileştirerek, karbon tutumu sağlayarak, biyolojik çeşitliliği destekleyerek ve sürdürülebilir su yönetimini sağlayarak kentsel sürdürülebilirliğe ve dirençliliğe önemli ölçüde katkı sağladığını ortaya koymuştur. Sosyal ve ekonomik eş-faydalar da tespit edilmiştir. Çalışma, yeşil altyapının iklim eylemindeki stratejik rolünü vurgulamış ve başarılı uygulamaların yaygınlaştırılabilmesi için yerel yönetimlerin yönetişim kapasitesinin, teknik donanımının ve finansal kaynaklara erişiminin güçlendirilmesi gerektiğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: İklim Değişikliği, Yeşil Altyapı, Sürdürülebilirlik, Kentsel Çözümler, Türkiye, Dünya Kentleri.

ABSTRACT

The impacts of climate change are most profoundly felt in cities today. Rising temperatures, heavy precipitation, floods, and droughts exacerbate pressure on urban natural systems and affect various aspects of urban life, particularly water management. In response to these impacts, green infrastructure systems have recently come to the fore as a nature-based solution. The aim of this study is to comprehensively examine the environmental, social, and economic contributions of green infrastructure in addressing climate change in cities and to provide policy recommendations within the context of sustainable and resilient urban development goals. This study utilizes a literature review and case study method to examine the role of green infrastructure in combating climate change. A comprehensive literature review was conducted to identify the key principles, components, and benefits of green infrastructure. To connect theory with practice, comparative case studies were carried out by selecting cities from Turkey (Istanbul, İzmir, and Gaziantep) and from the international context (Singapore, Portland, and Berlin). The practices in Turkey and abroad were evaluated through qualitative content analysis of local policy documents, official project reports, academic publications, current municipal documents, and web sources. This analysis comprehensively reveals green infrastructure's contributions to climate change mitigation and adaptation, implementation approaches, outcomes, and the challenges encountered, with the process supported by visual materials. The study reveals that green infrastructure makes a significant contribution to urban sustainability and resilience by reducing the urban heat island effect, improving air quality, enhancing carbon sequestration, supporting biodiversity, and promoting sustainable water management. Social and economic co-benefits were also identified. The study highlights the strategic role of green infrastructure in climate action and emphasizes the necessity for strengthening local governments' governance capacity, technical expertise, and access to financial resources in order to enable the widespread implementation of successful practices.

Keywords: Climate Change, Green Infrastructure, Sustainability, Urban Solutions, Turkey, Global Cities.

GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği, günümüzün en kritik sorunlarından biri olarak kabul edilmekte ve dünya genelinde önemli etkilere yol açmaktadır (IPCC, 2022). Kentler, hem bu küresel değişimin ana tetikleyicilerinden biri hem de iklim değişikliğinin sonuçlarından en çok etkilenen alanlar olarak öne çıkmaktadır. Dünya kara yüzeyinin yaklaşık %2'sini kaplamalarına rağmen kentler, küresel enerji tüketiminin %78'inden sorumludur ve küresel sera gazı emisyonlarının %70'inden fazlasını üretmektedir. Bu yüksek enerji tüketimi ve sera gazı emisyonu artışı, iklim değişikliğinin temel nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Söz konusu süreçler, kentleri iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı oldukça kırılgan bir konuma getirmektedir (Aksöz & Çelik, 2023; Ellen MacArthur Foundation & ARUP, 2019).

İklim değişikliğinin kentsel alanlar üzerindeki etkileri çok yönlüdür. Yüksek sıcaklıklar ve uzun süreli ısı dalgaları, asfalt, yol, köprü ve bina malzemelerinin hızla bozulmasına neden olmakta, altyapı sistemlerini olumsuz etkilemektedir. Deniz seviyesindeki yükselme, yağış ve fırtınaların artışı, yerleşimlerde su baskını riskini artırmaktadır. Ayrıca, temel kentsel hizmetlere erişimde aksaklıklar ve yaşam kalitesinde düşüş gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Özellikle kentlerde yaşayan düşük gelir grupları, iklim değişikliğinin söz konusu sonuçlarından en çok etkilenen toplum kesimleri arasında yer almaktadır. İklim değişikliği, su döngüsünü doğrudan etkileyerek su kaynaklarının miktarında ve kalitesinde olumsuz değişikliklere yol açmaktadır. Ekosistemler, iklim değişikliğine karşı yüksek duyarlılığa sahiptir. Plansız kentleşme ve doğal kaynakların hızla tüketilmesi, doğal alanlar üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu durum, kentsel

büyümenin iklim sorunlarını şiddetlendirdiği ve iklim sorunlarının da kentsel sürdürülebilirliğe zarar verdiği bir kısır döngü oluşturmaktadır. Bu nedenle, kentlerin dirençliliklerinin ve yaşanabilirliklerinin sağlanması için ivedi bir biçimde kentlerde sürdürülebilir uygulamaların benimsemesi gereklidir (IPCC, 2022; Tuğaç, 2024).

Bu bağlamda, doğal yapıyı ve süreçleri temel alan ekolojik planlama yaklaşımları, iklim değişikliğine dirençli ve sürdürülebilir kentler oluşturmada önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Doğa temelli çözümler kapsamında ele alınan 'yeşil altyapılar (*green infrastrucutes*)', hızla büyüyen kentleri iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlayan, sürdürülebilir ve dirençli kentler haline getirebilmek amacıyla benimsenmiş yapısal çözümlerden biridir (Parlak vd., 2022). Yeşil altyapı, kentlerin ekolojik ve sosyal problemlerine doğa tabanlı çözümler üretirken, insanların doğaya olan erişimini kolaylaştırmakta ve uzun vadede ekonomik kazanımlar sağlamaktadır. Yeşil altyapıların, sürdürülebilir kentlerin önemli bir unsuru olduğu geniş çaplı kabul görmektedir (Monteiro vd., 2020; Parker & Zingoni de Baro, 2019).

Bu hususlar, kentsel planlamada geleneksel 'gri altyapılar'dan (yollar, kanalizasyon sistemleri gibi) doğa temelli çözümlere doğru bir paradigma değişimine işaret etmektedir. Yeşil altyapılar, toplumsal ihtiyaçları karşılamada gri altyapılarla karşılaştırılabilir düzeyde bir öneme sahiptir. Bu husus, yeşil altyapıların kentsel sistemlerin temel ve vazgeçilmez bir bileşeni olarak tanımlanmaya başladığını ve artık isteğe bağlı bir planlama elemanı olmaktan çıktığını göstermektedir. Günümüz koşullarında doğal sistemlerin kentsel gelişimin dokusuna entegre edilmesi elzem bir husus olarak kabul edilmektedir (Chatzimentor vd., 2020; Choi vd., 2021). Bu yeni sürecin daha iyi anlaşılarak, söz konusu entegrasyonun etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için yeşil altyapıların kentlerde iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolünün irdelenmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, yeşil altyapıların kentlerde iklim değişikliğiyle mücadelede sunduğu çevresel, sosyal ve ekonomik katkıları bütüncül biçimde ele almak ve sürdürülebilir, dirençli kentsel gelişim hedefleri bağlamında değerlendirerek, politika önerileri sunmaktır. Çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Yeşil altyapı uygulamaları, iklim değişikliğinin kentsel alanlar üzerindeki etkilerini azaltmada ne ölçüde etkilidir?
2. Yeşil altyapı projelerinin kentlerde yaygınlaştırılmasının önündeki engellerin aşılması ve yeşil altyapının sürdürülebilir kentsel gelişim stratejilerine entegre edilmesi için hangi politikalar ve yönetimsel yaklaşımlar önerilebilir?

Bu çalışma, iklim değişikliğiyle mücadelede yeşil altyapının önemini, Türkiye ve dünya kentlerinden uygulama örneklerini inceleyerek değerlendirmeyi hedeflemiştir. Çalışma, yeşil altyapının kentlerdeki etkilerini ve sürdürülebilir çözümlere katkılarını kapsamlı bir şekilde tartışarak ve politika önerileri sunarak literatüre katkı sağlamaktadır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Yeşil Altyapı Tanımı ve Temel Bileşenleri

Yeşil altyapı, sürdürülebilir kentlerin önemli bir unsuru olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, "stratejik olarak planlanan ve yönetilen doğal, yarı-doğal, kamu ve özel mülkiyete ait alanların oluşturduğu bir ağ"ı ifade etmektedir (Cole vd., 2017; Yaralıoğlu & Asilsoy, 2021). Aynı zamanda, "ekosistem değerlerini ve işlevlerini koruyan, birbirleriyle bağlantılı doğal, yarı doğal ve kültürel alanların oluşturduğu bir yeşil alan ağı" olarak da tanımlanmaktadır (Benedict & McMahon, 2017; European Commission, 2013). Yeşil altyapılar, doğal süreçleri taklit eden, kentlerde yapılı çevre ile doğa arasındaki ilişkiyi sağlamak doğrultusunda tasarlanmış, doğa temelli sistemler ve uygulamalardan oluşmaktadır (Gates, 2023).

Yeşil altyapıların bileşenleri, kentlerde yeşil koridorlar, doğal habitatlar, yeşil alanlar gibi pek çok unsuru içermektedir ve bunlar birbiriyle ilişkilendirilerek kent ekolojisinin gelişimine katkı sağlanmaktadır. Bu bileşenler, farklı ölçeklerde uygulanabilir niteliktedir. Örneğin (European Commission, 2013; European Environmental Agency, 2014; Haase, 2017);

- Bina ölçeğinde; yeşil duvarlar/dikey bahçeler ve yeşil çatılar,
- Komşuluk veya mahalle ölçeğinde; sokak ağaçları, parklar, yağmur hendekleri, yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler,
- Kent ölçeğinde; kent parkları, kent ormanları, akarsular boyunca oluşturulan yeşil kuşaklar,
- Bölgesel ölçekte; yeşil koridorlar ve sulak alanlar,

gibi bileşenler yeşil altyapılar kapsamında yer almaktadır.

Yeşil altyapıların, basit yeşil alanların ötesine geçerek, farklı ölçeklerde (bina, mahalle, kent, bölge) stratejik olarak planlanmış ve birbirine bağlı doğal ve yarı-doğal unsurlardan oluşan sistematik bir ağ şeklindeki yapısı, yeşil altyapıların parçalı değil, entegre bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir. Etkili yeşil altyapı uygulamaları, parçalı yaklaşımlardan uzaklaşarak, mekânsal ilişkileri ve çok ölçekli müdahaleleri göz önünde bulunduran bütünleşik bir kentsel planlama gerektirmektedir (Matsler vd., 2021; Monteiro vd., 2020).

Yeşil Altyapının Bağlantılılık ve Çok Fonksiyonluluk İlkeleri

Yeşil altyapı planlamasının en belirgin özelliği, bağlantılılık ve çok fonksiyonellik temeline dayanmasıdır. Yeşil altyapı planı, bu temel üzerinde sadece doğal değil, kültürel unsurları da korurken, aynı zamanda bu unsurları güçlendirmektedir. Yeşil altyapı planlaması, yeşil altyapıların sağladığı çeşitli çevresel, sosyal ve ekonomik faydaları en üst düzeye çıkarmak için kritik öneme sahiptir (Matsler vd., 2021; Tülek & Mirici, 2019; Yaralıoğlu & Asilsoy, 2021).

Kentlerdeki yeşil alanların sürdürülebilirliğinin sağlanması, hem mevcut kullanıcıların hem de gelecek nesillerin yaşam kalitesi için elzemdir. Kentlerde sistematik bir yaklaşımla yeşil altyapı unsurlarının miktarının artırılması ve bunların ilişkilendirilmesi ile doğal unsurların sürekliliğinin sağlanması hedeflemektedir. Bu sistem sayesinde kentleşmenin doğal türler üzerindeki baskısı azaltılabilmekte, doğal ekolojik süreçlerin sürdürülebilirliği sağlanmakta ve insan sağlığı ve yaşam kalitesi iyileştirilebilmektedir. Bu sinerjik yaklaşım, tek bir yeşil unsurun birden fazla ekosistem hizmeti sunmasına olanak tanımaktadır ve böylece yeşil altyapılar için yapılan yatırımların etkinliğini artırmaktadır. Bağlantılılık, ekolojik koridorlar ve yaygın etki için zemin hazırlarken, çok fonksiyonluluk, tek bir yatırımın birden fazla getiri sağlaması anlamına gelmektedir; örneğin, bir park, rekreasyon imkanı sağlarken, aynı zamanda kenti serinletmekte ve yağmur suyu yönetimini desteklemektedir. Bu durum, planlamacıların tek amaçlı yeşil alanlar yerine, doğal olarak birden fazla fayda sunan ve güçlü bağlantılar kuran tasarımlara öncelik vermesi gerektiğini göstermektedir (Choi vd., 2021; Matsler vd., 2021; Monteiro vd., 2020; Nieuwenhuijsen, 2021; Parker vd., 2019).

Yeşil Altyapının Sağladığı Ekosistem Hizmetleri

Yeşil altyapılar, doğal ekosistemlerin fonksiyonlarını taklit eden yaklaşımlarla kentlerin çevresel sürdürülebilirliği desteklemekte ve böylelikle çeşitli ekosistem hizmetleri sağlamaktadır. Yeşil alanlar, sahip oldukları bitki örtüsüyle çok sayıda ekosistem hizmeti sunmaktadırlar. Bu hizmetler arasında doğal havalandırma ve serinletme, kentsel ısı adası

etkisinin azaltılması, karbon tutma ve depolama, havanın temizlenmesi, toprağın zenginleştirilmesi ve organik madde miktarının artırılması, yaban hayatı için besin ve barınma ortamı sağlanması, kent sellerinin önlenmesi ve yanı sıra yer altı sularının beslenmesi, halk sağlığının geliştirilmesi, erozyonun önlenmesi, enerji etkinliğinin sağlanması, kentlere rekreasyon alanı sağlanması ve kentlerde emlak değerinde artış sağlanması yer almaktadır (Benedict & McMahon, 2017; European Commission, 2013; Forman, 2014; Yazıcı & Kaplan, 2022; Roth, 2012).

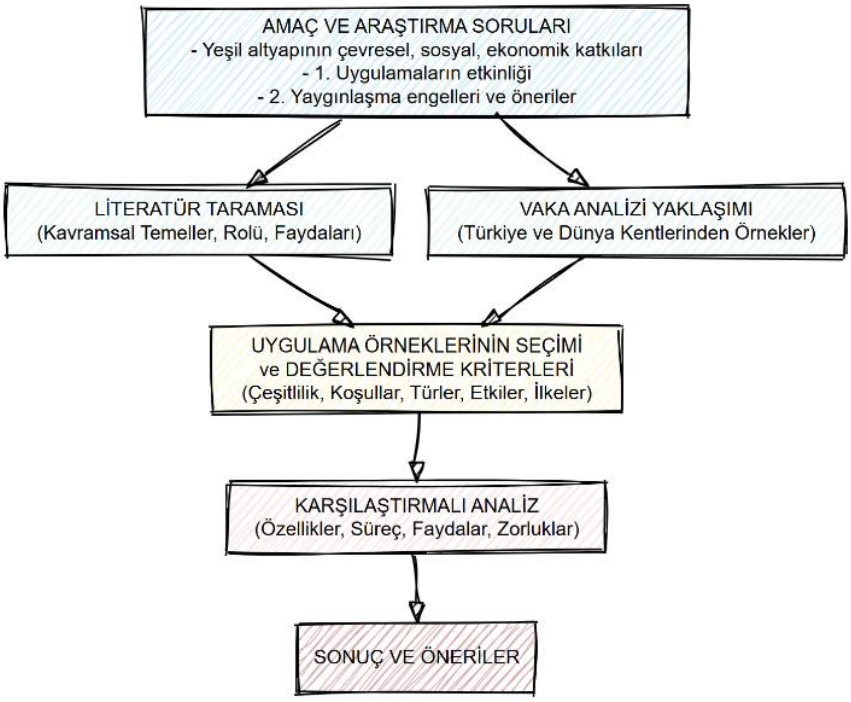
Bu ekosistem servisleri, iklim değişikliğinin etkilerini azaltırken, aynı zamanda kentlerin bu etkilere karşı dirençliliklerini de artırmaktadır. Yeşil altyapının sağladığı ekosistem hizmetleri, kentsel doğal sistemlerin geleneksel maliyet-fayda analizlerinde genellikle göz ardı edilen önemli ekonomik değerini ortaya koymaktadır. Bu hizmetler, gri altyapı, halk sağlığı ve afet sonrası iyileşme ile ilişkili maliyetleri azaltarak, doğa temelli çözümlerin finansal olarak da cazip olduğunu göstermektedir. Hava serinletme ve enerji tüketimini azaltma gibi faydalar doğrudan enerji maliyetlerinde tasarruf sağlarken; selleri önleme ve su kalitesini iyileştirme gibi hizmetler ise altyapı onarım ve su arıtma maliyetlerini düşürmektedir. Ayrıca, yeşil alanlara erişim ve fiziksel aktivite olanakları sunulması, halk sağlığı giderlerinin azaltılmasına destek olurken, yeşil alanlar çevrelerindeki emlak değerlerini artırabilmektedir. Bu faydalar, kaçınılan maliyetleri veya artan değeri temsil etmektedir ve yeşil altyapıyı sadece çevresel değil, aynı zamanda ekonomik olarak da önemli bir kentsel yatırım haline getirmektedir. Bu hususlar, politika yapıcılar ve yatırımcıların kentlerde yeşil altyapı oluşturulmasına öncelik vermeleri için güçlü bir argüman sunmaktadır (Benedict & McMahon, 2017; Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2024; Doğa Koruma Merkezi vd., 2020; European Commission, 2013; Forman, 2014; Gates, 2023; Yazıcı & Kaplan, 2022; Roth, 2012).

YÖNTEM

Literatür Taraması ve Vaka Analizi Yaklaşımı

Bu çalışma, yeşil altyapı kavramının, temel prensiplerinin ve iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolünün kapsamlı bir şekilde anlaşılması amacıyla geniş bir akademik literatür taramasına dayanmaktadır. Mevcut bilimsel makaleler, raporlar ve yayınlar incelenerek, yeşil altyapının teorik temelleri ve pratik uygulamaları hakkında güncel bilgiler sentezlenmiştir (Şekil 1).

Araştırmada, yeşil altyapı uygulamalarının somut etkilerini ve çeşitli kentsel bağlamlardaki başarılarını göstermek için vaka analizi yaklaşımı benimsenmiştir. Türkiye'den ve dünya genelinden seçilmiş kentlerdeki yeşil altyapı projeleri analiz edilerek, bu uygulamaların iklim değişikliği azaltım ve uyum stratejilerine nasıl katkı sağladığı değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, kavramsal çerçevenin gerçek dünya örnekleriyle desteklenmesini ve teorik bilgilerin pratik sonuçlarla ilişkilendirilmesini sağlamıştır.



Şekil 1. İklim Değişikliğiyle Mücadelede Yeşil Altyapılar, Yöntemsel Akış Şeması

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Uygulama Örneklerinin Seçimi ve Değerlendirme Kriterleri

Vaka çalışmaları, farklı coğrafi bölgeleri, iklim koşullarını ve kentsel gelişim düzeylerini temsil eden kentlerden seçilmiştir. Örneklerin seçiminde, uygulanan yeşil altyapı türlerinin çeşitliliği, projelerin belirtilen hedefleri, ölçülen veya beklenen çevresel ve sosyal etkileri ve benimsenen stratejik planlama ilkeleri (örneğin, çok fonksiyonluluk ve bağlantılılık) gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Her bir vaka çalışması için, projenin özgün nitelikleri, uygulama süreci, elde edilen faydalar ve karşılaşılan zorluklar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu karşılaştırmalı analiz, yeşil altyapının farklı kentsel bağlamlarda nasıl uyarlanabileceği ve optimize edilebileceği konusunda değerli çıkarımlar sağlamıştır.

BULGULAR

İklim Değişikliğiyle Mücadelede Yeşil Altyapıların Rolü

Yeşil altyapılar, iklim değişikliğinin kentsel alanlar üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmek ve kentlerin iklim direncini artırmak için çok yönlü çözümler sunmaktadır. Söz konusu çözümler detaylı olarak aşağıdaki alt başlıklarda ele alınmıştır.

- **Kentsel ısı adası etkisinin azaltılması:** Kentsel ısı adası etkisi, kent merkezlerinin çevrelerindeki kırsal alanlardan önemli ölçüde daha sıcak olması durumudur. Bu durum, asfalt ve beton gibi yapı malzemeleri tarafından ısının emilmesi, bitki örtüsü eksikliği, insan faaliyetlerinden kaynaklanan atık ısı, su geçirmez yüzeyler ve kentsel geometri (dar sokaklar ve yüksek binaların oluşturduğu kanyon etkisi) gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır Yeşil altyapılar, kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına yönelik çok yönlü bir yaklaşım sunmaktadır. Yeşil alanlar, özellikle ağaçlar, terleme yaparak ve gölge oluşturarak kentsel sıcaklıkların

kontrol edilmesinde rol oynarlar (Tablo 1). Bu doğal soğutma süreçleri, kentlerin genel termal konforunu artırmaktadır (Hoffman, 2024; Tozam, 2016; Üstündağ vd., 2023).

Tablo 1. Yeşil altyapıların soğutma etkisi ve sağladıkları ek avantajlara örnekler

Yeşil Altyapı Türü	Soğutma Etkinliği	Ek Avantajlar
Ağaçlar/Kentsel Ormanlar	Yüksek	Gölge, hava kalitesi, sağlık
Yeşil Çatılar	Orta-Yüksek	Enerji tasarrufu, yalıtım
Çayırlar/Parklar	Ilıman	Rekreasyon, biyolojik çeşitlilik

Kaynak: Cuce vd., 2025; Marando vd., 2022; Tiwari vd., 2021.

Yeşil çatılar, ısının yansıma etkisini azaltarak ve yalıtım sağlayarak ısınma ve soğutma için kullanılan enerji miktarını düşürmektedir. New York kentinde yapılan bir çalışma, yeşil çatı uygulamalarının kışın ısı kaybını %20 oranında azalttığını ve yazın diğer çatı malzemelerine göre %60 daha az ısındığını göstermiştir (Doğa Koruma Merkezi vd., 2020). Yeşil çatılar böylelikle binaların enerji verimliliğinin artırılmasına ve karbon emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Kentlerdeki geçirgen kaldırımlar ve yüksek albedolu (yansıtıcılığı yüksek) yüzeyler de güneş ışığını daha fazla yansıtarak daha az ısı emerler ve yüzey sıcaklıklarını önemli ölçüde azaltırlar. Aynı zamanda, suyun zemine sızmasına olanak tanıyarak doğal su döngüsünü desteklemektedirler. Yeşil altyapı unsurları ayrıca, hava koridorları oluşturarak kentin ısı transferini kolaylaştırmakta ve böylece kentsel alanlarda hava akışını iyileştirmektedir. Bu yaklaşım, pasif soğutmayı (gölgeleme, terleme) aktif tasarım unsurları (yeşil çatılar, serin kaldırımlar) ve kentsel planlama (hava koridorları) ile birleştirerek, termal olarak daha konforlu ve enerji verimli bir kentsel çevre oluşturulmasını desteklemektedir. Dolayısıyla kentlerdeki tekil müdahalelerden ziyade yeşil altyapıların sistematik bir biçimde ele alındığı tasarım stratejilerinin bir kombinasyonunun daha etkili olduğu görülmektedir. Yani kentsel alanlarda yalnızca daha fazla yeşil alan eklenmesi değil; yüzeylerin termal özelliklerinin düzenlenmesi, doğal soğutma süreçlerini kolaylaştırılması ve hava sirkülasyonunun sağlanması doğrultusundaki bütünleşik uygulamalar hedeflenmelidir (Doğa Koruma Merkezi vd., 2020; Marando vd., 2022; Tozam, 2016).

Özetle, etkili kentsel ısı adası etkisi azaltımı, sadece daha fazla ağaç dikmek yerine, çeşitli yeşil altyapı bileşenlerini entegre eden ve kentsel tasarım ilkelerini göz önünde bulunduran kapsamlı bir strateji gerektirmektedir.

- **Sürdürülebilir Su Yönetimi ve Taşkın Kontrolü:** Yeşil altyapı, kentlerde sürdürülebilir su yönetimi ve dirençli kentler oluşturmada hayati bir rol oynamaktadır. Doğal süreçleri taklit ederek yağmur suyu yönetimini kolaylaştırırken, kentsel alanlardaki su döngüsünün sürekliliği sağlanmaktadır. Yağmur bahçeleri, bitki örtülü göletler, geçirgen kaldırımlar, yeşil çatılar ve yağmur suyu hasadı gibi yeşil altyapı bileşenleri, yağmur suyunun toprağa emilimini kolaylaştırmakta, yüzey akışını önemli ölçüde azaltmasıyla drenaj sistemleri üzerindeki yükü hafifletmektedir. Geçirgen yüzeyler, suyun yer altına geçişine izin vererek suyun birikmesini ve kent sellerinin oluşmasını önlemektedir. Yeşil çatılar, yağmur suyu akışını azaltırlar ve kentsel drenaj altyapısı üzerindeki yükü hafifletmektedirler. Yeşil çatılar aracılığıyla aşırı yağışlara bağlı yağmur suyu yüzey akışı %85 azaltabilmektedir (Liu vd., 2014; Zellner vd., 2016).

Sulak alanlar ve dere kenarı tampon bölgeleri (nehir, akarsu ve gölet kıyıları boyunca bitki örtüsüyle kaplı şeritler), doğanın su arıtıcıları olarak işlev görmektedirler. Bu ekosistemler,

kirleticilerin ve tortuların yakalanmasına ve filtrelenmesine yardımcı olmaktadırlar. Sulak alanlar aracılığıyla yağmur sularındaki çökeltileri ve zararlı maddeler tutulmakta ve kirletici maddeleri parçalamaktadır. Dere kıyılarındaki bitkiler kökleriyle toprağı stabilize ederek erozyonu önlerken, aynı zamanda kirletici maddelerin emilimini sağlamaktadır. Farklı ülkelerde gerçekleştirilen çalışmalar, yeşil altyapıların su yönetimi harcamalarını %15-%64 arasındaki oranlarda azaltabileceğini ortaya koymuştur. Yeşil altyapılar yukarıda açıklanan faydalarıyla, kentsel su yönetimini geleneksel gri boru ve drenaj sistemlerinden, doğal hidrolojik süreçleri (sızma, filtreleme, buharlaşma) kullanan doğa temelli, merkezi olmayan çözümlere doğru yeniden tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, suyu daha etkili bir şekilde yönetmenin yanı sıra çoklu eş-faydalar sağlayarak doğa temelli yaklaşımların maliyet etkinliğini ve ekolojik üstünlüğünü ortaya koymaktadır. Taşkın kontrolünün ötesinde, yeşil altyapılar su kalitesini iyileştirmekte ve yeraltı suyunu beslemektedir. Dolayısıyla kentsel alanlarda gri altyapılara kıyasla önemli maliyet tasarrufu potansiyeli bulunan yeşil altyapılara yer verilmelidir (Alves vd., 2019; Doğa Koruma Merkezi vd., 2020; Gates, 2023; Green vd., 2021; Liu & Jensen, 2018).

- **Karbon tutumu ve hava kalitesinin iyileştirilmesi:** Yeşil altyapılar, başta sera gazı azaltımı ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum olmak üzere iklim değişikliğiyle mücadelede eş zamanlı ve ikili faydalar sunmaktadır. Ağaçlar, atmosferik karbondioksiti tutma ve depolama süreçleriyle azaltmaktadır. Kentsel yeşil alanlar, kent içi karbondioksit salımını azaltmada ve karbon depolamayı artırmada önemli karbon yutaklarıdır. Kentsel alanlardaki parklar, yeşil sokaklar, binalarda yeşil duvarlar ve çatılar, kent ormanları, sulak alanlar ve sazlıklar karbon yutak alanları olarak işlev görmektedir (Chen, 2015; Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2024; Rasoolzadeh vd., 2024).

Yeşil alanlar, kirleticileri uzaklaştırarak hava kalitesini iyileştirmektedir. Bu ikili fayda, yeşil altyapıların kentlerdeki iklim değişikliği eylem planlamasındaki stratejik önemini pekiştirmektedir. Karbon tutumu azaltım faydası sağlarken, hava kalitesinin iyileşmesi ise uyum faydası sağlamaktadır. Bu durum, kentsel planlama kapsamında hem emisyonları azaltmak hem de değişen iklim koşullarında kentsel yaşam koşullarını iyileştirmek için yeşil altyapının önemle ele alınması gerektiğini göstermektedir (Chen vd., 2024; Xu vd., 2023).

- **Biyoçeşitliliğin Desteklenmesi ve Ekosistem Sağlığı:** Yeşil altyapılar, sadece insanlar için değil, aynı zamanda kentsel ekosistemlerin sağlığını ve biyoçeşitliliği sürdürmek ve geliştirmek için de hayati öneme sahiptir. Yeşil altyapılar, yaban hayatı için besin ve barınma olanakları sağlayarak, tozlaştırıcıları (arılar, kelebekler gibi) destekleyerek ve kentsel biyolojik çeşitliliği zenginleştirerek kentsel ekosistemi desteklerler. Yeşil çatılar ve duvarlar, kentlerdeki farklı türler için yaşam ortamı sağlamaktadırlar. Botanik bahçeleri ve arboretumlar turistler için cazibe merkezleridir ve doğa gözlemleri ve eğitimlerine olanak sağlamaktadır. Bu durum, yeşil altyapı unsurlarının kentlerde daha dengeli bir insan-doğa birlikteliğini teşvik etme ve genel ekosistem direncine katkıda bulunma potansiyelini ortaya koymaktadır (Choi vd., 2021; Doğa Koruma Merkezi vd., 2020).

- **Sosyal ve Ekonomik Faydalar:** Yeşil altyapı, çevresel faydalarının yanı sıra önemli sosyo-ekonomik kazanımlar da sunmaktadır. Kentlerde sağlıklı koşullar oluşturmak, toplumun fiziksel ve ruhsal sağlığı açısından oldukça önemlidir. Doğa ile iç içe olmak kentlilerin stres seviyesini azaltmakta ve kalp, şeker hastalıkları, astım, solunum sistemi hastalıkları ve obeziteyle mücadelelerini kolaylaştırmaktadır. Yeşil alanlar aracılığıyla kentliler arasında etkileşimin artması da toplumsal aidiyet duygusunu geliştirmektedir (Dipeolu vd., 2021; Kim & Miller, 2019; Mckinney & VerBerkmoes, 2020).

Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde ise, yeşil altyapılar bölgesel imajı, peyzaj karakterini, kent kimliğini ve yerel farklılıkları korurken, arazilerin emlak değerini artırma potansiyeline de

sahiptirler. Ayrıca yukarıda açıklanan halk sağlığı faydalarıyla kentlerde sağlık harcamalarının azaltılmasında önemli rol oynamaktadırlar. Bütün bu özellikleriyle kentsel yeşil altyapılar sistematik bir biçimde planlanması gereken unsurlar olarak ele alınmalıdır (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2024; Kim & Miller, 2019; Shakya & Ahiablame, 2021; Venkataramanan vd., 2019).

Türkiye Kentlerinden Uygulama Örnekleri

Türkiye'deki kentler, iklim değişikliğiyle mücadelede yeşil altyapı yaklaşımlarını benimseyerek önemli projeler geliştirmektedir. Aşağıdaki başlıklarda söz konusu uygulamalar İstanbul, İzmir ve Gaziantep örnekleri kapsamında ele alınmıştır.

- **İstanbul:** İstanbul, iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençli bir şehir olma hedefiyle kapsamlı yeşil altyapı projeleri yürütmektedir. İstanbul'daki yeşil altyapı, hızlı kentleşmeye, çevresel zorluklara ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlamaya ilişkin kritik bir bileşendir. İstanbul büyümeye devam ederken, yeşil çatılar, parklar ve sürdürülebilir binalar gibi yeşil altyapıların planlanması, dağıtımı ve etkinliği, kentin sürdürülebilirliği ve dirençliliği için merkezi öneme sahiptir. Kentte yaşam vadileri, kent ormanları ve doğal yaşam parkları, meydanlar ve semt/mahalle parkları (Şekil 2a, b) bu kapsamda geliştirilmektedir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2021). Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) ile imzalanan anlaşma kapsamında İstanbul Yeşil Şehir Eylem Planı hazırlanmaktadır (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2025).

Şekil 2. (a) İstanbul Arkeopark, (b) İstanbul Büyükçekmece Gölü Doğal Yaşam Parkı.

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2021.

Ayrıca İstanbul'un AB'nin 2030 İklim Nötr ve Akıllı Şehirler Misyonu'na seçilmesi, kentin sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi alanındaki potansiyelini ve uluslararası taahhütlerini ortaya koymaktadır (NetZeroCities, 2025). Bununa birlikte, İstanbul'da yeşil altyapı unsurlarının dengeli dağıtılmasına ihtiyaç bulunmaktadır ve özellikle yapılan yeşil altyapı yatırımlarının yeşil mutenalaşmaya (*gentrification*) neden olmaması sağlanmalıdır. Bu tip kentsel yenileme projelerinin gerçekleştirildiği yerlerdeki kırılgan toplum kesimlerinin yerinden edilmesi ve bölgesel rantı artırarak sosyal eşitsizliği derinleştirmesi risklerine karşı kentsel politikalar geliştirilmelidir (Yazar vd., 2019; Yazar vd., 2023). Bu kapsamda İstanbul'da etkili yeşil altyapı planlamasında sürdürülebilirliği ve dirençliliği teşvik etmek için bağlantı, çok işlevlilik, uygulanabilirlik, entegrasyon, çeşitlilik, çok ölçekli yaklaşımlar,

yönetişim ve sürekliliğe öncelik verilmeli ve yeşil bina uygulamaları hayata geçirilmelidir (Mutdoğan & Wong, 2011; Toğay, 2024).

- **İzmir:** İzmir, iklim değişikliği risklerini azaltmak ve bunlara uyum sağlamak amacıyla EBRD desteğiyle İzmir Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı'nı ve yanı sıra Yeşil Şehir Eylem Planı'nı hazırlamıştır. Bu planlar kapsamında, sera gazı emisyonlarını azaltılması ve çevre politikalarının kent sakinlerinin refahına katkıda bulunacak şekilde geliştirilmesi hedeflenmiştir (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2024). İzmir Yeşil Altyapı Stratejisi (2018) ve İzmir'in Doğa ile Uyumlu Yaşam Stratejisi (2021-2030), kentsel planlama süreçlerine doğa temelli çözümler ve sürdürülebilir yeşil altyapı uygulamalarıyla yön vermektedir. Ayrıca İzmir, Avrupa Komisyonu'nun 2030'a kadar 100 karbon-nötr kent misyonuna seçilmiş ve 2024'te "Cities Mission" etiketi almıştır (NetZeroCities, 2025). AB'nin Ufuk 2020 programı kapsamında desteklenen URBAN GreenUP projesi, İzmir'de yeşil altyapı çözümlerini uygulamak için önemli bir girişimdir. Proje, kentleşmenin yeniden doğallaştırılması, su yönetimi çözümleri ve yeşil altyapı elemanları üzerine odaklanmaktadır (Şekil 3a, b). Yeşil koridorlar üzerinde yaya ve bisiklet yolları oluşturulması, ağaçlandırma ve kentsel koruluklar yoluyla karbon yutak alanlarının artırılması hedeflenmiştir. Bu ağaçlandırma uygulamalarıyla yıllık 46 ton karbondioksit eşdeğeri karbon emisyonunun azaltılması ve yaz aylarında sıcaklığın 3 ila 5 santigrat derece düşürülmesi amaçlanmıştır. Projede su yönetimi çözümleri kapsamında; suyun depolanması ve filtrelenmesi için saklama havuzları ve doğal yağmur hendekleri yapılması, dere kenarı restorasyonu ve yeşil yüzey kaplamaları oluşturulması planlanmış, böylelikle sürdürülebilir drenaj sistemleri ile yıllık 165 ton su yakalanması ve ani su taşkınlarının önlenmesi hedeflenmiştir (URBAN GreenUP, 2022; URBAN GreenUP EU, 2025).

Şekil 3. (a) İzmir Parklet, (b) İzmir Yeşil Kaldırımlar.

Kaynak: URBAN GreenUP EU, 2025.

Bu çalışmalarla İzmir'de yeşil altyapılar kentin iklim dirençliliğine, sürdürülebilirliğine ve yaşanabilirliğine önemli faydalar sağlamaktadır. Bununla birlikte, söz konusu uygulamaların yaygınlaştırılmasında teknik, finansal ve sosyal engeller varlığını sürdürmektedir ve kentin daha fazla kamu farkındalığı, eğitim, teşvik ve sistematik planlama ihtiyacı bulunmaktadır (Doğmuşöz, 2023; Doğmuşöz, 2024; Hepcan, 2013).

- **Gaziantep:** Gaziantep, Türkiye'de iklim değişikliğiyle mücadelede öncü belediyelerden biridir ve 2011 yılında İklim Değişikliği Eylem Planı'nın hazırlayan ilk belediyedir. Gaziantep, Küresel Belediye Başkanları Sözleşmesi'ne üye olmuş ve 2050'ye dek sera gazı emisyonlarında %80 azaltım yapmayı taahhüt etmiştir (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 2023). Gaziantep'te yeşil altyapı uygulamaları arasında Alleben Deresi boyunca yağmur suyunun yüzey akışının

kontrolünü, sızdırmayı ve filtrelemeyi mümkün kılan bitki şeritleri içeren projesi önde gelmektedir ve kapsamında 18 tema parkı ve doğal alan yer almaktadır (Şekil 4a). Kavaklık Park'ta geçirgen döşeme gibi doğa tabanlı çözümler uygulanmıştır. Gaziantep'te Fırat Nehri, Allaben Deresi ve kent ormanlarının kapladığı alan yaklaşık 1 milyon 130 bin hektardır. Allaben Yeşil Koridor Projesi ile kişi başına düşen yeşil alan miktarının artırılması, kentin havalandırılması, ısı adası etkisinin azaltılması, erozyon kontrolü sağlanması, kente rekreasyon alanı kazandırılması, kentsel biyoçeşitliliğin geliştirilmesi ve karbon tutumunda artış sağlanması hedeflenmiştir (Arslantaş vd., 2020). Kentte, Türkiye'nin PassivHaus sertifikasına sahip ilk binası olan ve LEED Platinium sertifikasına sahip Gaziantep Ekolojik Bina yer almaktadır (Şekil 4b). Söz konusu bina asgari karbon salımı yapılmasının yanı sıra, yenilenebilir enerji sistemlerini kullanmaktadır (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 2021a).

Şekil 4. (a) Gaziantep Allaben Deresi Kenarı Yeşil Kuşak, (b) Ekolojik Bina

Kaynak: Arslantaş vd., 2020; Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 2021a.

Ayrıca EBRD ile yeşil şehir finansmanı konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar, Gaziantep'teki yeşil altyapı çalışmalarının, pasif ve aktif sistemler, yerel malzemeler ve avlular ve yeşil çatılar gibi ekolojik prensipler kullanılarak enerji açısından verimli bina tasarımına odaklandığını ve kent genelinde sürdürülebilirliği ve enerji verimliliğini artırmaya yönelik önemli çabaların olduğunu göstermektedir. Kentin yeşil altyapılar konusundaki söz konusu çalışmalarının geliştirilmesi için finansman ve teknik destek sağlanması gereklidir (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 2021b)

Çalışma kapsamında ele alınan Türkiye'den kent örneklerinin yeşil altyapılar konusundaki uygulamalarının hedefleri ve somut katkıları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Türkiye Kentlerinden Seçilmiş Yeşil Altyapı Uygulama Örnekleri ve Beklenen/Gözlemlenen Etkileri

Kent	**Proje Adı/Strateji**	**Ana Hedefler**	**İklim Değişikliğiyle Mücadeledeki Somut Katkıları**
İstanbul	Yaşam Vadileri, Kent Ormanları, Yeşil Çözüm Yatırımları	Yeşil alan miktarını artırma, hava kirliliğini azaltma, ekolojik dengeyi koruma, su kalitesini iyileştirme, enerji verimliliği	50 milyon m² yeni yeşil alan, 2030'a kadar iklim nötr hedefi
İzmir	URBAN GreenUP Projesi, Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı, Yeşil Şehir Eylem Planı, İzmir Yeşil Altyapı Stratejisi, İzmir'in Doğa ile Uyumlu Yaşam Stratejisi	Kentte sürdürülebilir su yönetimi, ısı adası etkisini azaltma, biyoçeşitliliği artırma	Yıllık 46 ton karbondioksit eşdeğeri sera gazı azaltımı, yazın 3 ila 5 santigrat derece sıcaklık düşüşü, yıllık 165 ton su yakalama, 1,5 santigrat derece ısı azaltımı
Gaziantep	Alleben Deresi Yeşil Koridoru, İklim Değişikliği Eylem Planı	Karbon ayak izini azaltma, enerji tüketimini düşürme, yeşil binalar, sürdürülebilir ulaşım, atık yönetimi, yeşil alan erişimi	2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarını %80 azaltma taahhüdü, Allaben Deresi boyunca yağmur suyu kontrolü ve filtreleme, kıyı restorasyonu

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 2'den de görüleceği üzere Türkiye kentlerindeki yeşil altyapı uygulamaları, önceki başlıklarda açıklanan ortak faydaları sağlamakla birlikte, yerel ihtiyaçlar çerçevesinde şekillenmekte ve kentler özelinde faydalar kadar, uygulanabilmelerine yönelik olarak aşılması gereken zorluklar da içermektedir. Bu zorlukların başında finansman gelmektedir ve ekonomik kapasitenin geliştirilmesinin, yerel yönetimlerde yeşil altyapı projelerinin yaygınlaştırılması için elzem olduğu görülmektedir. Yerel yönetimlerin finansman kaynaklarına erişiminin kolaylaştırılması doğrultusunda yasal ve idari düzenlemeler yapılmalıdır.

Dünya Kentlerinden Uygulama Örnekleri

Uluslararası alanda birçok şehir, iklim değişikliğiyle mücadelede yeşil altyapıyı stratejik bir araç olarak kullanmaktadır. Aşağıdaki başlıklarda söz konusu uygulamalar Singapur, Portland ve Berlin örnekleri kapsamında ele alınmıştır.

- **Singapur:** Singapur, uzun yıllardır Bahçe Şehir vizyonuyla tanınan bir kent devletidir ve oldukça yüksek bir nüfus yoğunluğuna sahiptir. Kent, bu vizyonuyla yeşil altyapı uygulamalarında öncü rol oynamaktadır. Bu dönüşümün temel amacı, yaşam kalitesini artırmak

ve kentteki yeşil alanları ve biyoçeşitliliği zenginleştirmektir (Liu & Jensen, 2018). Bu kapsamda, *Gardens by the Bay* (Körfez Bahçeleri) (Şekil 5a) gibi ikonik projeler hayata geçirilmiştir. Marina Rezervuarı'nın bitişiğinde yer alan 105 hektarlık bu kentsel park, üç ana parktan oluşmaktadır. Bahçeler kapsamında dünyanın en büyük cam serası olan Çiçek Kubbesi (*Flower Dome*) yer almaktadır (Gardens by the Bay, 2025a). Esasen Körfez Bahçeleri, sadece estetik bir cazibe merkezi olmakla kalmayıp, aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadelede önemli işlevler de üstlenmektedir. Parkın içinde yer alan *Supertree Grove* (Şekil 5b) gibi yapılar, dikey bahçeler ve yağmur suyu toplama sistemleriyle kentsel ısı adası etkisini azaltmaya ve su yönetimini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır (Gardens by the Bay, 2025b). Singapur'un yeşil altyapı programı, kentin inşa edildiği ortamın getirdiği afet risklerini yumuşatarak, fırtına sularının doğal olarak emilmesini veya çevre dostu bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır (Urban Green-Blue Grids, 2025).

Şekil 5. (a) Singapur Körfez Bahçeleri, (b) Singapur *Supertree Grove.*

Kaynak: Gardens by the Bay, 2025a; Gardens by the Bay, 2025b.

Ayrıca, kentteki sıfır enerji ve sıfır karbon girişimleri için bir kilometre taşı olan Yeşil Bina Girişimi gibi programlar da sürdürülebilirlik hedeflerini desteklemektedir (Akıllı Şehir, 2025; Chen vd., 2022). Singapur örneği, dikey bahçe kentine ilişkin somut bir örnektir. Bu çalışmalar, Singapur'da yeşil altyapının, su ayak izini azaltmak için geleneksel kentsel su yönetimine bir destek olarak kullanıldığını göstermektedir. Ancak Singapur'da bu uygulamaların daha geniş uygulama ve faydalarını sınırlayan alan, maliyet ve iş birliği engelleri gibi zorlukların da aşılması gerekmektedir (Chen vd., 2022).

- **Portland:** Portland, Yeşil Sokaklar (*Green Streets*) programıyla (Şekil 6a) sürdürülebilir su yönetimi ve kentsel yaşanabilirliği artırmada önemli bir örnek oluşturmaktadır. Yeşil sokaklar, kaldırımlar ve caddelerden gelen yağmur suyu akışını yavaşlatarak ve emerek kanalizasyon taşmalarını ve geri tepmelerini azaltmaktadır. Yağmur bahçeleri ve biyolojik hendekler olarak bilinen peyzaj alanları, bitkiler ve toprağı kullanarak yağmur suyunu filtrelemekte ve temizlemektedir. Bu sistemler, nehirlere ve akarsulara kirleticilerin karışmasını önleyerek su kalitesini korumakta ve yeraltı su kaynaklarını beslemektedir. Ayrıca, karbon emilimi sağlamakta, hava kalitesini iyileştirmekte ve yeşil alan miktarını artırarak mahallelerin estetiğini ve yaşanabilirliğini geliştirmektedir. Trafiği yavaşlatan bitki örtülü kaldırım uzantıları, yaya ve bisiklet güvenliğini de artırmaktadır

(Portland.gov, 2025a). Ayrıca kentte geliştirilen *Nature Patchs* (Doğa Yamaları) Projesi (Şekil 6b) ile kentte çok sayıdaki mevcut park alanı içinde doğa alanları oluşturulmuştur ve insanlar ve yaban hayatı için doğal unsurlarla zenginleştirilmiş alanlar olarak öne çıkmaktadır. Bu alanlarda endemik bitkiler, kütükler, kayalar, patikalar ve öğrenme unsurları gibi çeşitli doğal malzemeler, kentlileri keşfetmeye teşvik etmek için az kullanılan alanlara eklenmektedir. Yuvalama kutuları, çiçekli bitkiler ve diğer eklemeler, kuşlar, polen taşıyan böcekler ve yaban hayatı için yaşam alanını iyileştirmektedir. Kentliler, dikim ve koruma faaliyetlerinde yardımcı olmaya davet edilmektedir (Portland.gov, 2025b).

Şekil 6. (a) Portland Yeşil Caddeleri, (b) Portland Doğa Yamaları.

Kaynak: Portland.gov, 2025a, Portland.gov, 2025b.

Portland'ın bu yaklaşımı, kentsel planlamada yeşil altyapı sistemlerinin bütüncül bir şekilde ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Söz konusu çalışmalar, Portland'daki yeşil altyapının kapsamlı ve gelişen bir yapı olduğunu, yağmur suyu yönetimi ve çevresel faydalar sağladığını göstermekle birlikte yapılan araştırmalar (Everett vd., 2018; Tanaka vd., 2022), bu uygulamaların toplum tarafından farklı şekillerde algılandığını ve toplumsal kabul açısından farklı fikirlerin söz konusu olduğunu da göstermektedir. Bu hususta sosyo-demografik ve arazi faktörleri (çevresel tutumlar, amaç ve işleve ilişkin farkındalık ve anlayış, bitki seçimi ve bakımı, dağınıklık ve çöp atma) önemli rol oynamaktadır. Bu tespitler de yeşil altyapıların daha geniş çapta benimsenmesinin hem bilimsel hem de sosyo-politik belirsizliklerin ele alınmasına bağlı olduğunu göstermektedir.

- **Berlin:** Berlin, kent ölçeğinde uygulanan Biyotop Stratejisi ile mevcut yeşil altyapıyı koruyarak ve geliştirerek biyoçeşitliliği destekleyen bir kent planlaması örneği sunmaktadır. 1994 yılında sunulan biyotop alan faktörü stratejisi, kentsel yoğunluklara göre kategoriler oluştururken, mevcut yeşil altyapıyı geliştirmeyi amaçlamakta ve yeni bina yapımında yeşil alan geliştirilmesi gerekliliğini içermektedir (Şekil 7a, b). Bu strateji, doğal alanların oluşturduğu ağlar arasındaki entegrasyonu da içermektedir ve kentsel ısı adası etkisini azaltma, su yönetimi sağlama ve biyoçeşitliliği destekleme gibi çok işlevli faydalar da sunmaktadır (Carne, 2016; Climate-ADAPT, 2016; Vogel, 2024). Berlin'deki Demir Perde Yolu yeşil kuşağı gibi projeler, bu stratejinin somut örneklerindendir (Kowarik, 2019).

Şekil 7. (a, b) Berlin Biyotop Stratejisi Uygulama Alanları.

Kaynak: Berlin Senate Department, 2025.

Berlindeki bu çalışmalar kentin yeşil altyapısının çok işlevlilik ve bağlantı özellikleriyle öne çıktığını, önemli çevresel, sosyal ve sağlık yararları sağladığını, gelişmiş planlama ve politikalarla (yeşil kuşak, yeşil alan oranı ve yeşil çatılar gibi) desteklendiğini göstermektedir. Bununla birlikte kent aynı zamanda söz konusu yeşil altyapılara eşit erişimin sağlanması, kullanıcı tercihlerinin farklılaşması, ekonomik ve teknik engeller ve bütünleşik, uyarlanabilir yönetim ihtiyacı gibi zorluklarla da karşı karşıyadır (Kabisch & Haase, 2014; Vogel, 2024).

Çalışma kapsamında ele alınan dünya kentlerinin yeşil altyapılar konusundaki uygulamalarının hedefleri ve somut katkıları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Dünya Kentlerinden Seçilmiş Yeşil Altyapı Uygulama Örnekleri ve Beklenen/Gözlemlenen Etkileri

Kent	**Proje Adı/Strateji**	**Ana Hedefler**	**İklim Değişikliğiyle Mücadeledeki Somut Katkıları**
Singapur	Gardens by the Bay, "Bahçede Şehir" Vizyonu	Yaşam kalitesini artırma, yeşilliği zenginleştirme, fırtına suyu yönetimi, sıfır karbon hedefleri	Kentsel ısı adası etkisini azaltma, doğal su emilimi, biyoçeşitlilik artışı
Portland	Green Streets Programı, Nature Patches	Yağmur suyu akışını yönetme, su kalitesini koruma, yeraltı suyunu besleme, hava kalitesini iyileştirme	Kanalizasyon taşmalarını ve geri tepmelerini azaltma, kirleticilerin %90'a kadar temizlenmesi, karbon emilimi
Berlin	Biotop Stratejisi	Mevcut yeşil altyapıyı koruma, biyoçeşitliliği destekleme, kentsel ekolojik servisleri geliştirme	Kentsel ısı adası etkisini azaltma, su yönetimi, ekolojik koridorlar oluşturma

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3'ten de görüleceği üzere dünya kentlerindeki yeşil altyapı uygulamaları, kentler açısından iklim değişikliğiyle mücadele edilmesi bağlamında hem sera gazı azaltımı hem de iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlanması için ortak katkılar sunmaktadır. Türkiye kentlerinde olduğu gibi yerel koşullar bu uygulamaların kapsamını çeşitlendirmektedir. Bununla birlikte söz konusu alt yapı uygulamalarının hayata geçirilmesine dönük teknik, idari ve toplumsal kabul bağlamında güçlükler de söz konusudur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, yeşil altyapının kentlerde iklim değişikliğiyle mücadelede sunduğu çevresel, sosyal ve ekonomik katkılar bütüncül biçimde ele alınarak, sürdürülebilir, dirençli kentsel gelişim hedefleri bağlamında değerlendirilmiştir. Çalışmanın başlangıcında belirtilen araştırma soruları kapsamında yapılan değerlendirmede; iklim değişikliğiyle mücadelede yeşil altyapının vazgeçilmez ve çok yönlü bir stratejik araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kentler, küresel sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağı olmakla birlikte, iklim değişikliğinin etkilerine karşı en kırılgan alanlardandır. Bu bağlamda, yeşil altyapılar; kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, sürdürülebilir su yönetimi ve taşkın kontrolü, karbon tutumu ve hava kalitesinin iyileştirilmesi, biyoçeşitliliğin desteklenmesi ve ekosistem sağlığının korunması gibi temel çevresel faydalar sunmaktadır. Bu faydalar, kentlerin iklim değişikliğine karşı hem uyum sağlamasına hem de azaltım çabalarına katkıda bulunarak, kentsel ekosistemlerin direncini artırmaktadır. Ayrıca, yeşil altyapının sağladığı rekreasyonel olanaklar, fiziksel ve zihinsel sağlık üzerindeki olumlu etkiler, sosyal etkileşimin artırılması ve emlak değerlerinin yükselmesi gibi sosyal ve ekonomik kazanımlar da söz konusu doğa temelli çözümlerin bütüncül faydalarını pekiştirmektedir.

Çalışma kapsamında Türkiye ve dünya kentlerinden seçilen uygulama örnekleri, yeşil altyapı projelerinin farklı ölçeklerde ve çeşitli kentsel bağlamlarda nasıl uygulanabileceğini göstermektedir. Türkiye örneklerinden; İstanbul'un Yaşam Vadileri ve Kent Ormanları, İzmir'in URBAN GreenUP projesi ve Gaziantep'in Allaben Deresi Projesi ve Ekolojik Binası gibi uygulamalar, yerel yönetimlerin yeşil altyapılar konusundaki somut adımlarını ortaya koymaktadır. Dünya örneklerinden ise Singapur'un Bahçe Şehir vizyonu ve Gardens by the Bay projesi, Portland'ın Yeşil Sokaklar programı ve Berlin'in Biotop Stratejisi, yeşil altyapının küresel çapta benimsenen ve başarılı sonuçlar veren bir yaklaşım olduğunu kanıtlamaktadır. Bu örnekler, yeşil altyapının sadece çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda kentsel yaşam kalitesini artıran, toplumsal ve ekonomik olarak da sürdürülebilir bir yatırım aracı olduğunu göstermektedir.

Ancak incelenen örnekler, yeşil altyapı projelerinin uygulanmasında karşılaşılan bazı zorluklar bulunduğunu da ortaya koymuştur. Finansman, bu projelerin önündeki en büyük engellerden biridir; yeşil altyapı yatırımları için sermaye sağlanması mikroekonomik engeller, vade uyumsuzlukları veya özel sektörün yeşil altyapılara yatırım yapmaması gibi nedenlerle sınırlanabilmektedir. Ayrıca, finansal ve çevresel politika yaklaşımlarının her zaman birbiriyle uyumlu olmaması, toplumsal farkındalığın gelişmemesi ve olumsuz tepkilerin ortaya çıkması, hukuki riskler ve yerel yönetimlerin teknik kapasitelerinin yetersizliği gibi faktörler de önemli zorluk teşkil etmektedir. Bunların yanı sıra planlama eksikliği ve yeşil alanların sürdürülemez kullanımı da yeşil altyapıların etkinliğini sınırlayabilmektedir.

Bu zorlukların üstesinden gelmek için kentlerde aşağıdaki politikaların hayata geçirilmesi önemli katkılar sağlayacaktır:

- Yeşil altyapılar konusunda kentlerde kapsamlı analizler yapılmalı ve yeşil altyapılar konusunda net hedefler belirlenmelidir.
- Yeşil altyapının çok yönlü işlevleri konusunda toplum bilinci artırılmalıdır.

- Yeşil altyapı projelerinin başarıyla hayata geçirilmesi için yerel yönetimlerin yönetişim kapasitesinin güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Etkin yönetişim; paydaşların katılımının sağlanması, kurumlar arası koordinasyonun geliştirilmesi ve karar alma süreçlerinin şeffaflaştırılması ile mümkün olmaktadır.
- Yerel yönetimlerin teknik kapasiteleri artırılmalı; yeşil altyapı tasarımı, uygulaması ve bakımına ilişkin uzmanlık ve bilgi birikimleri geliştirilmelidir.
- Yeşil altyapılar konusunda yerel yönetim personelinin eğitimine ve teknik altyapının iyileştirilmesine yönelik yatırımlar yapılması ve finansman olanaklarının geliştirilmesi de kentlerde yeşil altyapıların sürdürülebilirliğini ve etkinliğini artıracaktır.

Sürdürülebilir ve dirençli kentsel gelişimde yeşil altyapı kullanımı için yukarıda açıklanan politika önerileri, yeşil altyapıların bütüncül bir şekilde planlanması ve yönetilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Kentlerde nüfus artışının ortaya çıkardığı baskının hafifletilmesi, planlı kentsel gelişim stratejileri oluşturulması, bu kapsamda yeşil altyapılara yer verilmesi ve bu stratejileri kararlı bir şekilde uygulanması esastır. Yerel yönetimlerin, merkezi yönetimin, sivil toplum kuruluşlarının, halkın, akademinin ve özel sektör temsilcilerinin iş birliği içinde çalışması, yeşil altyapı projelerinin başarısı için kritik öneme sahiptir.

Gelecekteki araştırmalar, yeşil altyapı projelerinin uzun vadeli performans değerlendirmelerine, farklı iklim senaryolarına uyum kapasitelerine ve finansman modellerinin geliştirilmesine odaklanmalıdır. Ayrıca, yeşil altyapının kentsel ekosistem hizmetleri üzerindeki nicel etkilerinin daha detaylı incelenmesi, doğa temelli çözümlerin politika yapım süreçlerinde daha güçlü bir şekilde yer almasını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akıllı Şehir. (2025). Akıllı Şehir Dünya Örnekleri. Erişim adresi https://www.akillisehir.com/idet/77/991/akilli-sehir-dunya-ornekleri

Aksöz, F., & Çelik, A. (2023). Küresel İklim Değişikliğine Karşı Dirençli Kent Yönetişimi. *Uluslararası Sosyal Siyasal ve Mali Araştırmalar Dergisi, 3*(2), 75-85.

Alves, A., Gersonius, B., Kapelan, Z., Vojinovic, Z., & Sanchez, A. (2019). Assessing the Co-Benefits of Green-Blue-Grey Infrastructure for Sustainable Urban Flood Risk Management. *Journal of Environmental Management, 239*, 244-254. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.036.

Arslantaş, F., Sanalan, K. C., & Çil, A. (2020). *Şehirlerde Yeşil Altyapı ve Doğa Tabanlı Çözümler İyi Uygulama Örnekleri*. Ankara: Doğa Koruma Merkezi.

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2012). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington: Island Press.

Berlin State Department. (2025). BAF – Biotope area factor. Erişim adresi https://www.berlin.de/sen/uvk/en/nature-and-green/landscape-planning/baf-biotope-area-factor/

Carne, R. J.(2016). Green infrastructure and green infrastructure planning : a review of concepts and practices with particular reference to Berlin, Germany. Doctoral Dissertation. Hobart: University of Tasmania. https://doi.org/10.25959/23238860.v1

Chatzimentor, A., Apostolopoulou, E., & Mazaris, A. D. (2020). A Review of Green Infrastructure Research in Europe: Challenges and Opportunities. *Landscape and Urban Planning, 198,* 103775. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103775

Chen, W. (2015). The Role of Urban Green Infrastructure in Offsetting Carbon Emissions in 35 Major Chinese Cities: A Nationwide Estimate. *Cities, 44*, 112-120. https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2015.01.005

Chen, T., An, Y., & Heng, C. K. (2022). A review of building-integrated photovoltaics in Singapore: Status, barriers, and prospects. *Sustainability, 14(*16), 10160 https://doi.org/10.3390/su141610160

Chen, L., Wang, Y., Zhu, E., Wu, H., & Feng, D. (2024). Carbon Storage Estimation and Strategy Optimization Under Low Carbon Objectives for Urban Attached Green Spaces. *The Science of the Total Environment,* 171507. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171507.

Choi, C., Berry, P., & Smith, A. (2021). The Climate Benefits, Co-Benefits, and Trade-Offs of Green İnfrastructure: A Systematic Literature Review. *Journal of Environmental Management, 291*, 112583. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112583

Climate-ADAPT. (2016). Berlin Biotope Area Factor – Implementation of Guidelines Helping to Control Temperature and Runoff. Erişim adresi https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/berlin-biotope-area-factor-2013-implementation-of-guidelines-helping-to-control-temperature-and-runoff#:~:text=Inner%20city%20Berlin%20mandates%20green,heatwaves%20and%20improve%20runoff%20management

Cole, L.B., McPhearson, T., Herzog, C. P., & Russ, A. (2017). Green Infrastructure. A. Russ (Ed.). *Urban Environmental Education Review* (pp. 261-270). Ithaca: Cornell University Press. https://doi.org/10.7591/cornell/9781501705823.003.0028

Cuce, P. M., Cuce, E., & Santamouris, M. (2025). Towards Sustainable and Climate-Resilient Cities: Mitigating Urban Heat Islands Through Green Infrastructure. Sustainability, 17(3), 1303. https://doi.org/10.3390/su17031303

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. (2024). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. Ankara: İKSAD Publishing House.

Dipeolu, A., Ibem, E., Fadamiro, J., Omoniyi, S., & Aluko, R. (2021). Influence of Green Infrastructure on Residents' Self-Perceived Health Benefits in Lagos Metropolis, Nigeria. *Cities, 118,* 103378. https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2021.103378

Doğa Koruma Merkezi, CFCU, & Eurosite (2020). Yeşil Altyapı ve Şehirler. Erişim adresi https://www.dogavesehirler.org/uploads/platform/01/yesil-altyapi-ve-sehirler.pdf

Doğmuşöz, B. (2023). Investigating the Barriers to Implementation of Green Roofs in Izmir, Turkey. *Iconarp International Journal of Architecture and Planning, 11*(2), 672-691. https://doi.org/10.15320/iconarp.2023.259

Doğmuşöz, B. (2024). Understanding the Multi-faceted Barriers to Residents' Adoption of Green Infrastructure: The case of Villakent, Izmir. *MEGARON, 19*(3), 375-388. https://doi.org/10.14744/megaron.2024.10734.

Ellen MacArthur Foundation & ARUP. (2019). *Circular Economy in Cities: Project Guide*. Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation.

Everett, G., Lamond, J., Morzillo, A., Matsler, A., & Chan, F. (2018). Delivering Green Streets: an exploration of changing perceptions and behaviours over time around bioswales in Portland, Oregon. *Journal of Flood Risk Management, 11*. https://doi.org/10.1111/jfr3.12225

European Commission. (2013). Green Infrastructure (GI)—Enhancing Europe's Natural Capital. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the

European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM(2013) 249 final.

European Environmental Agency (2014). *Spatial Analysis of Green Infrastructure in Europe*. Copenhagen: EEA.

Forman, R. T. (2014). *Urban Ecology: Science of Cities*. Cambridge: Cmabridge University Press.

Gardens by the Bay. (2025a). 8th Best Attraction in the World. Erişim adresi https://www.gardensbythebay.com.sg/

Gardens by the Bay. (2025b). Stand in Awe of the Supertrees. Erişim adresi https://www.gardensbythebay.com.sg/en/things-to-do/attractions/supertree-grove.html

Gates, E. G. (2023, Ağustos 1). Yeşil Altyapı: Sürdürülebilir Su Yönetimi Yoluyla Dayanıklı Şehirler Yaratmak. Erişim adresi https://tappwater.co/tr/blogs/blog/yesil-altyapi-dayanikli-sehirler-surdurulebilirlik

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi. (2021a). Ekolojik Binada Çevre Bilinci ve Ekolojik Yaşam Eğitimleri Sürüyor. Erişim adresi https://gaziantepekolojikbina.com.tr/

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi. (2021b). Gaziantep Londra'da yeşil şehir ilan edildi. Erişim adresi https://www.gaziantep.bel.tr/tr/haberler/gaziantep-londrada-yesil-sehir-ilan-edildi

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi. (2023). Sürdürülebilir Enerji İklim ve Eylem Planı. Erişim adresi https://akillikent.gaziantep.bel.tr/tr/project/detail/surdurulebilir-enerji-iklim-ve-eylem-plani

Green, D., O'Donnell, E., Johnson, M., Slater, L., Thorne, C., Zheng, S., Stirling, R., Chan, F., Li, L., & Boothroyd, R. (2021). Green Infrastructure: The Future of urban Flood Risk Management? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water,* 8. https://doi.org/10.1002/wat2.1560.

Haase, D. (2017). Urban Wetlands and Riparian Forests as a Nature-Based Solution for Climate Change Adaptation in Cities and Their Surroundings. N. Kubish, H. Korn, J. Stadler ve A. Bonn (Eds.). *Nature-Based Solutions to Climate Change in Urban Areas* (pp. 111-121). Cham: Springer.

Hepcan, Ş. (2013). Analyzing the Pattern and Connectivity of Urban Green Spaces: A Case Study of Izmir, Turkey. *Urban Ecosystems, 16,* 279-293. https://doi.org/10.1007/s11252-012-0271-2

Hoffman, E. (2024, Agutos 18). Kentsel Isı Adası (UHI) Etkisiyle Nasıl Mücadele Edilir. Erişim adresi https://www.winssolutions.org/tr/kentsel-isi-adasi-uhi-etkisiyle-nasil-mucadele-edilir/

IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Erişim adresi https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2021). Tamamlanan Projeler. Erişim adresi https://yesil.istanbul/projects-active_1

İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2025). İstanbul Yeşil Şehir Eylem Planı. Erişim adresi https://www.akillisehir.istanbul/istanbul-yesil-sehir-eylem-plani/

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2020). Yeşil Şehir ile Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planlarımız Hazır. Erişim adresi https://www.izmir.bel.tr/tr/Projeler/yesil-sehir-ile-surdurulebilir-enerji-ve-iklim-eylem-planlarimiz-hazir/2619/4

Kabisch, N., & Haase, D. (2014). Green justice or just green? Provision of urban green spaces in Berlin, Germany. *Landscape and Urban Planning, 122*, 129-139. https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2013.11.016.

Kim, G., & Miller, P. (2019). The Impact of Green Infrastructure on Human Health And Well-being: The Example of the Huckleberry Trail and the Heritage Community Park and Natural Area in Blacksburg, Virginia. *Sustainable Cities and Society, 48,* 101562. https://doi.org/10.1016/J.SCS.2019.101562

Kowarik, I. (2019). The "Green Belt Berlin": Establishing a greenway where the Berlin Wall Once Stood by Integrating Ecological, Social And Cultural Approaches. *Landscape and Urban Planning, 184*, 12-22. https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2018.12.008.

Liu, L., & Jensen, M. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. *Cities, 1,* 126-133. https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2017.11.013

Liu, W., Chen, W., & Peng, C. (2014). Assessing the Effectiveness of Geen Infrastructures on Urban Flooding Reduction: A Community Scale Study. *Ecological Modelling, 291*, 6-14. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.07.012

Liu, L., & Jensen, M. (2018). Green Infrastructure for Sustainable Urban Water Management: Practices of Five Forerunner Cities. *Cities, 1,* 126-133. https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2017.11.013.

Marando, F., Heris, M. P., Zulian, G., Udías, A., Mentaschi, L., Chrysoulakis, N., ... & Maes, J. (2022). Urban Heat Island Mitigation by Green Infrastructure in European Functional Urban Areas. *Sustainable Cities and Society, 77,* 103564. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103564

Matsler, A. M., Meerow, S., Mell, I. C., & Pavao-Zuckerman, M. A. (2021). A 'Green'chameleon: Exploring the Many Disciplinary Definitions, Goals, and Forms of "Green İnfrastructure". *Landscape and Urban Planning, 214*, 104145. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104145

Mckinney, M., & VerBerkmoes, A. (2020). Beneficial Health Outcomes of Natural Green Infrastructure in Cities. *Current Landscape Ecology Reports, 5,* 35-44. https://doi.org/10.1007/s40823-020-00051-y

Monteiro, R., Ferreira, J. C., & Antunes, P. (2020). Green Infrastructure Planning Principles: An İntegrated Literature Review. *Land, 9*(12), 525. https://doi.org/10.3390/land9120525

Mutdoğan, S., & Wong, T. (2011). Towards Sustainable Architecture: The Transformation of the Built Environment in İstanbul, Turkey. T. C. Wong, & B. Yuen (Eds.). Eco-City Planning (pp. 239-260). Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0383-4

NetZeroCities. (2025). Mission Cities. Erişim adresi https://netzerocities.eu/mission-cities/

Nieuwenhuijsen, M. J. (2021). Green Infrastructure and Health. *Annual Review of Public Health, 42*(1), 317-328. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-090419-102511

Parker, J., & Zingoni de Baro, M. E. (2019). Green Infrastructure in the Urban Environment: A Systematic Quantitative Review. *Sustainability, 11*(11), 3182. https://doi.org/10.3390/su11113182

Parlak, E., Yıldırım, E., & Atik, M. (2022). Geçmişten Günümüze Ekolojik Planlama Yaklaşımlarının Mavi-Yeşil Altyapı Kapsamında Değerlendirilmesi. G. Bayrak (Ed.). *Yeşil Altyapı* (ss. 3-38). Ankara: İKSAD Publishing House.

Portland.gov. (2025a). About Green Streets. Erişim adresi https://www.portland.gov/bes/stormwater/about-green-streets

Portland.gov. (2025b). Nature Patches. Erişim adresi https://www.portland.gov/parks/nature-patches

Rasoolzadeh, R., Dinan, N., Esmaeilzadeh, H., Rashidi, Y., Marcu, M., & Sadeghi, S. (2024). Carbon Sequestration and Storage of Urban Trees in a Polluted Semiarid City. *Forests, 15*(9), 1488. https://doi.org/10.3390/f15091488.

Roth, M. (2012). Urban Heat Islands. *Handbook of Environmental Fluid Dynamics*, Volume 2 (pp. 162-181). Florida: CRC Press.

Shakya, R., & Ahiablame, L. (2021). A Synthesis of Social and Economic Benefits Linked to Green Infrastructure. *Water, 13*(24), 3651. https://doi.org/10.3390/w13243651.

Tanaka, K., Nelson, H., McCullar, N., & Parulekar, N. (2022). Citizens' preferences on green infrastructure practices and their enhancement in Portland, Oregon. *Journal of environmental management, 318*, 115415 . https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115415.

Tiwari, A., Kumar, P., Kalaiarasan, G., & Ottosen, T. B. (2021). The Impacts of Existing and Hypothetical Green Infrastructure Scenarios on Urban Heat Island Formation. *Environmental Pollution, 274*, 115898. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115898

Toğay, O. (2024). Towards Sustainable Urban Transformation: The Role of LEED Certification in Istanbul's Future and Economy. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences, 10*(1), 15-21. https://doi.org/10.55385/kastamonujes.1456041

Tozam, İ. (2016). *Kentsel Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Çatıların Değerlendirilmesi: Yeşil Çatılar ve Serin Çatılar.* Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Arel Üniversitesi.

Tuğaç, Ç. (2024). *Dünyada ve Türkiye'de İklim Değişikliği Kaynaklı Kayıp ve Zararlar, Etkilere Uyum ve Dirençlilik.* Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.

Tülek, B., & Mirici, M. E. (2019). Kentsel Sistemlerde Yeşil Altyapı ve Ekosistem Hizmetleri. *Peyzaj, 1*(2), 1-11.

Urban Green-Blue Grids. (2025). Singapore. Erişim adresi https://urbangreenbluegrids.com/projects/singapore-en/

URBAN-GreenUP. (2022). Izmir'de URBAN GreenUP. Erişim adresi https://www.urbangreenup.eu/izmir/urban-greenup-in-izmir.kl

URBAN GreenUP EU. (2025). İzmir Solutions. Erişim adresi https://www.urbangreenup.eu/cities/front-runners/izmir.kl

Üstündağ, Ç., Karataş, Ş. İ., Parıldar, N. N., & Artar, M. (2023). Kentsel Isı Adalarının Azaltılmasında Yeşil Altyapı Sistemlerinin Önemi. *Peyzaj, 5*(2), 124-134.

Xu, L., Fang, K., Huang, Y., & Xu, S. (2023). Demand Priority of Green Space from the Perspective of Carbon Emissions and Storage. *Sustainability, 15*(14), 11199. https://doi.org/10.3390/su151411199.

Venkataramanan, V., Packman, A., Peters, D., Lopez, D., McCuskey, D., McDonald, R., Miller, W., & Young, S. (2019). A Systematic Review of the Human Health and Social Well-Being Outcomes of Green Infrastructure for Stormwater and Flood Management. *Journal of Environmental Management, 246*, 868-880. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.028.

Vogel, M. (2024). The Role of Green Roofs in Mitigating Urban Heat Islands in Berlin, Germany. *Journal of Research in Social Science and Humanities, 3*(11), 48-54. https://doi.org/10.56397/jrssh.2024.11.06.

Yaralıoğlu, İ. & Asilsoy, B. (2021). Yeşil Altyapı Kavramının Teorik Bir Çerçevede Değerlendirilmesi. *YDÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi, 3*(1), 46-58.

Yazar, M., Hestad, D., Mangalagiu, D., Saysel, A., , Y., & Thornton, T. (2019). From Urban Sustainability Transformations to Green Gentrification: Urban Renewal in Gaziosmanpaşa, Istanbul. *Climatic Change, 160*, 637-653. https://doi.org/10.1007/s10584-019-02509-3

Yazar, M., Çetinkaya, İ., Iban, M., & Bilgilioglu, S. (2023). The Green Divide and Heat Exposure: Urban Transformation Projects in İstanbul. *Frontiers in Environmental Science, 11*. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1265332

Yazıcı, K. & Kaplan, M. (2022). Yeşil Altyapı Uygulamaları ve Kent Ekolojisine Katkıları. K. Yazıcı (Ed.). *Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Güncel Yaklaşımlar* (ss. 323-345). Ankara: İKSAD Publishing House.

Zellner, M., Massey, D., Minor, E., & Gonzalez-Meler, M. (2016). Exploring the Effects of Green Infrastructure Placement on Neighborhood-level Flooding Via Spatially Explicit Simulations. *Computers, Environment and Urban Systems, 59*, 116-128. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2016.04.008

EFFECTS OF PROLINE PRE-TREATMENT ON GERMINATION AND OXIDATIVE STRESS PARAMETERS IN BLACK PINE (*PINUS NIGRA*) SEEDS

KARAÇAM (*PINUS NIGRA*) TOHUMLARINDA PROLİN ÖN İŞLEMİNİN ÇİMLENME VE OKSİDATİF STRES PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Burak KILIÇ

Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8082-3020

Mehmet DEMİRALAY

Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6528-4591

Fahrettin TİLKİ

Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Programı, Gümüşhane, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6499-269X

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Proline is an organic compound known for its role in mitigating oxidative stress. This study aimed to investigate the effects of proline pre-treatment on germination and oxidative stress indicators in black pine (*Pinus nigra*) seeds. Proline pre-treatment was applied by incubating seeds in different concentrations of proline solutions for specific durations prior to sowing.

Materials and Methods: Seeds were incubated in proline solutions at concentrations of 0 mM (control), 0.5 mM, 1 mM, 5 mM, and 10 mM for 24 and 48 hours. After incubation, seeds were transferred to petri dishes and germination was monitored for 28 days. Germination percentage, root length, hydrogen peroxide (H_2O_2) content, and malondialdehyde (MDA) levels as indicators of oxidative stress were measured.

Results: Proline treatment did not significantly affect germination percentage. However, oxidative stress parameters varied depending on proline concentration and incubation duration. Notably, 5 mM proline reduced H_2O_2 and MDA levels at both incubation times, while 10 mM proline increased these oxidative stress markers after 48 hours of incubation. Variance analysis showed that incubation duration had a statistically significant effect on root length ($p<0.05$), with seeds incubated for 24 hours exhibiting longer roots (average 9.79 cm) compared to those incubated for 48 hours (average 8.23 cm).

Discussion and Conclusion: The findings suggest that specific levels of proline pre-treatment may help regulate oxidative status in black pine seeds and support early seedling development. Conversely, higher proline levels may exacerbate oxidative damage. Additionally, shorter incubation durations appear more beneficial for root development. These results highlight the

importance of optimizing proline concentration and treatment duration for practical applications in seed germination enhancement.

Key Words: Seed priming, Incubation time; Hydrogen peroxide; Lipid peroxidation

ÖZET

Giriş ve Amaç: Prolin, oksidatif stresi azaltmadaki rolü ile bilinen organik bir bileşiktir. Bu çalışma, karaçam (*Pinus nigra*) tohumlarında prolin ön işlem uygulamasının çimlenme ve oksidatif stres göstergeleri üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Prolin ön işlemi, tohumların ekim öncesinde farklı konsantrasyonlardaki prolin çözeltilerinde belirli süreler boyunca inkübe edilmesiyle uygulanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Tohumlar, 0 mM (kontrol), 0,5 mM, 1 mM, 5 mM ve 10 mM prolin çözeltilerinde 24 ve 48 saat süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası tohumlar petri kaplarına aktarılmış ve 28 gün boyunca çimlenme izlenmiştir. Çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve oksidatif stres göstergeleri olarak hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriği ve malondialdehit (MDA) seviyeleri ölçülmüştür.

Bulgular: Prolin uygulamasının çimlenme yüzdesi üzerinde anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir. Ancak, oksidatif stres parametreleri prolin konsantrasyonu ve inkübasyon süresine bağlı olarak değişmiştir. Özellikle, 5 mM prolin her iki inkübasyon süresinde H_2O_2 ve MDA seviyelerini azaltırken, 10 mM prolin 48 saat inkübasyon sonrası bu oksidatif stres göstergelerini artırmıştır. Varyans analizi sonuçları, inkübasyon süresinin kök uzunluğu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). 24 saat inkübe edilen tohumlar (ortalama 9.79 cm) 48 saat inkübe edilenlere (ortalama 8.23 cm) göre daha uzun kök geliştirmiştir.

Tartışma ve Sonuç: Bulgular, belirli prolin ön işlem düzeylerinin karaçam tohumlarındaki oksidatif durumu düzenlemeye ve erken fide gelişimini desteklemeye yardımcı olabileceğini göstermektedir. Buna karşılık, daha yüksek prolin seviyeleri oksidatif hasarı artırabilir. Ayrıca, daha kısa inkübasyon süreleri kök gelişimi için daha faydalı görünmektedir. Bu sonuçlar, tohum çimlenme iyileştirmelerinde prolin konsantrasyonu ve işlem süresinin optimize edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tohum ön işlemi, İnkübasyon süresi, Hidrojen peroksit, Lipid peroksidasyonu

GİRİŞ

Bitkiler için stres (kuraklık ve tuzluluk gibi), metabolizma üzerinde olumsuz etkileri olan önemli çevresel faktörlerdendir. Literatürde stres faktörlerinin olumsuz etkisin azaltmak için dışarıdan çeşitli osmolit uygulamalarının (prolin gibi) çeşitli stres faktörlerine koruyucu etki gösterdiği ve bitki toleransını teşvik ettiğini bildiren eden çeşitli raporlar sunulmuştur (Öztürk & Demir, 2002; Serraj & Sinclair, 2002; Ali vd., 2013; Verbruggen & Hermans, 2008; Ali ve Ashraf, 2011; Moustakas vd., 2011; Shahbaz vd., 2013; Kılınçoğlu vd., 2020).

Prolin bitkilerde strese karşı hem antioksidan hem de ozmolit olarak görev yapabilen çok rollü bir moleküldür (Shevyakova vd., 2009; Demiralay vd., 2017; Rana vd., 2017). Ayrıca prolinin protein bütünlüğünün korunmasında görev alan ve böylece enzim etkinliklerinin devamını sağlamaya ve arttırmaya yardımcı olarak bir şaperon gibi çalışabildiği de bildirilmiştir (Slama vd., 2015). Prolin kuraklık ve tuzluluk gibi stres koşulları altında hücre sitozolünde biriktirilerek osmotik basıncın dengelenmesine yardımcı olur. Prolinin antioksidan olarak davranabilmesi sayesinde reaktif oksijen türlerinin nötralize edilmesine yardımcı olarak, hücre

ve organellerin zarlarının bütünlüğünün korunmasını sağlar. Bütün rolleri proline iyi bir redoks düzenleyici özellik kazandırır (Srinivas & Balasubramanian, 1995; Ashraf & Foolad, 2007; Verbruggen & Hermans, 2008; Ali & Ashraf, 2011; Moustakas vd., 2011).

Çoklu doymamış yağ asitlerinin hücre içinde oksidasyonu sonucunda oluşan malondialdehit (MDA), lipid peroksidasyon seviyesi için önemli bir belirteçtir (Hodges vd., 1999; Gaweł vd., 2004). Hem antioksidan hem de osmolit özellikleri ile çok rollü bir molekül olan prolin, kuraklık ve tuzluluk gibi stres koşullarında lipid peroksidasyonunu sınırlar ve bu yolla hücre zar bütünlüğünü korur (Molinari vd., 2007, Hayat vd., 2012). Örnek vermek gerekirse Moustakas vd. (2011), kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde prolin uygulamasının, uygulanmayanlara kıyasla MDA seviyelerini %29 oranında azalttığını tespit etmiştir.

Hidrojen peroksit bitkilerde enzim etkinliği (NADPH oksidaz ve SOD gibi) ile doğrudan ve dolaylı olarak üretilebildiği gibi; normal metabolizma süreçlerinin doğal bir yan ürünü olarak da ortaya çıkabilir. Bunun dışında hemen hemen tüm stres koşullarında da kontrollü ve kontrolsüz bir şekilde hidrojen peroksit birikimi gerçekleşir ve antioksidan savunma sistemi tarafından temizlenemezse oksidatif stres meydana gelir. Bu durum bitki sağlığını ve hayatını ciddi bir şekilde riske atar (Hung vd., 2005; Nounjan vd., 2012; Sofo vd., 2015).

Stres koşullarının bitkilerde hidrojen peroksit seviyesini önemli ölçüde arttırdığı bilinmektedir (Nounjan vd., 2012; Hung vd., 2005; Sofo vd., 2015). Buna karşın prolin uygulamasının stres koşullarına karşı koruyucu etki gösterdiği ve hidrojen peroksit birikimini sınırlayarak lipid peroksidasyon seviyelerini azalttığı bildirilmiştir (Molinari vd., 2007; Aggarwal vd., 2011, Hasanuzzaman vd., 2014). Literatürde prolin uygulamasının olumlu etkisini konsantrasyona bağlı olduğu ifade edilmiştir (Wutipraditkul vd., 2015).

Belirli stres şartlarında tohumlarda stresin (sıcaklık, su stresi gibi) derecesine bağlı olarak çimlenme potansiyelinin azaldığı, kökçük boyunun kısaldığı belirtilmekte olup (Falusi vd., 1983; Lopez vd., 2000; Çalıkoğlu & Tilki, 2002; Tilki, 2005; Boydak vd., 2013) dışarıdan prolin uygulamasının çimlenme oranını arttırdığı ve prolin ile muamelenin kök gelişimi üzerine etkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (Hare vd., 2003; Butt vd., 2016; Noreen vd., 2018). Bu çalışmanın amacı, prolin ön işleminin karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) tohumlarında çimlenme, kökçük büyümesi ve oksidatif stres göstergeleri (H_2O_2 ve MDA) üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan karaçam tohumları Adana-Akören Şefliğinden (yükseklik 1350 m, bakı kuzey) elde edilmiştir. Tohumlar 24 ve 48 saat kontrol (sadece su) ve takiben 0,1 mM, 0,5 mM, 1 mM, 5 mM ve 10 mM prolin solüsyonlarında bekletilmiştir. Tohumlar 2 farklı süreyi (24 ve 48 saat) takiben yapılan işlemler sonucu çimlendirilerek çimlenme yüzdesi ve kökçük uzunlukları tespit edilmiştir. Çimlendirme çalışması sonrasında (28 gün) numuneler daha sonra yapılacak ölçümler için sıvı azot ile şoklanıp -20 °C'de saklanmıştır. 24 ve 48 saat işlemi takiben 5 farklı prolin solüsyonu ile işlemi takiben yapılan çimlendirmeler sonucu hipokotillerden alınan örnekler üzerinde hidrojen peroksit (H_2O_2) ve malondialdehit (MDA) seviye değeri ölçülmüştür.

Tohumların çimlendirilmesi işlemi her bir petri için 3 tekrarlı ve petri başına 50'şer tohum olacak şekilde toplam 150 tohum kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tohumlar cam petri kaplarına (150 mm çapında) nemlendirilmiş filtre kağıtlarına ekilmiştir. Ortam koşulları ise 21 °C ve %65 nem olacak şekilde 28 gün boyunca devam ettirilmiştir. Filtre kağıtlarının kurumaması ve tohumların dehidre olmaması için 2 günde bir nemlendirme işlemi uygulanmıştır.

Prolin ölçümü Carillo & Gibon (2011) yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Çimlenen tohumların hipokotillerinden 0.1 gram örnek alınarak sıvı azot ile öğütülmüş ve toz haline getirilmiştir. Örneklere 1.8 ml alkol (%40 alkol) eklenmiş ve homojenizasyon işlemi uygulanmıştır. Homojenatlar sonrasında 4 °C'de çalkalayıcıda 1 gece boyunca inkübe edilmiştir. Sonrasında örnekler 10 dakika boyunca 15000 g devirde ve 4 °C santrifüjlenmiş ve süpernatantın 1 ml'lik kısmı alınmıştır. Devamında üzerlerine 2 ml asit ninhidrin çözeltisi eklenerek 95 °C sıcaklıkta 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Oda sıcaklığına getirilen örnekler spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda önceden hazırlanmış standartlara karşı okutularak $mgml^{-1}$ taze ağırlık^{-1} cinsinden hesaplanmıştır.

Lipid peroksidasyonunun bir indeksi olan Malondialdehit (MDA) ölçümü için hipokotillerin 0.1 gram alınarak sıvı azot ile öğütülerek toz haline getirilmiştir. Devamında örneklere 1.8 ml %0.1 TCA (trikloro asetik asit) eklenerek homojenizasyon uygulanmıştır. Homejenatlar 15000 g'de, 4 °C sıcaklıkta 10 dakika santrifüjlenmiş ve akabinde süpernatantların 1 ml kısmı alınarak üzerlerina 4 ml hacimde %0.5 TBA (tiobarbiturik asit) içeren %20 TCA eklenmiştir. Karışım 30 dakika süre ile 95 °C sıcaklıkla inkübasyona bırakıldıktan sonra buzlu ortamda reaksiyonun durması sağlanmıştır. Spektrofotometre ile örneklerin 532 nm ve 600 nm dalga boylarında absorbansları ölçülmüş ve delta absorbans değeri (Δ = 532 nm - 600 nm) $\Delta = \text{Ɛ.c.l}$ formülü ile hesaplanmıştır ($\Delta = A_{532} - A_{600}$, Ɛ: Absorbsiyon katsayısı (155 $mmol^{-1}$ cm^{-1}), c: konsantrasyon) (Heath & Packer, 1968).

Hidrojen peroksit içeriği ölçümü için Velikova vd., (2000) metodu kullanılmıştır. Bu amaçla hipokotillerden 0.1 gram örnek alınmış ve sıvı azot ile öğütülüp toz haline getirilmiştir. Sonrasında üzerlerine %0.1 hacimde TCA eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenatlar 10 dakika boyunca 4 °C sıcaklıkta 15000 g'de santrifüjlenmiştir. Örneklerin süpernatantlarından 1ml hacim alınarak üzerlerine 10 mM derişimli 1 ml potasyum fosfat tamponu ve 1,5 ml 1mM derişimli potasyum iyodür eklenerek spektrofotometrede 390 nm dalga boyunda standartlara karşı absorbansları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar $\mu molgram^{-1}$ biriminde sunulmuştur.

Deneyler tamamen rastgele tasarım (Completely Randomized Design, CRD) çerçevesinde yürütülmüştür. Varyans homojenliğini doğrulamak amacıyla Levene'nin varyans eşitliği testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde iki faktörlü varyans analizi (Two-Way ANOVA) uygulanmıştır. Bu analiz ile prolin dozları ve inkübasyon sürelerinin çimlenme ve diğer parametreler üzerindeki bireysel ve etkileşimli etkileri birlikte incelenmiştir.

Etkileşim anlamlı bulunduğunda, ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Prolin faktörünün anlamlı olması durumunda ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için Tukey HSD testi uygulanmıştır. Ortalama değerler arasındaki farkın belirlenmesinde Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırma testleri (pairwise comparison) kullanılmış ve anlamlılık seviyesi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir. Sonuçlar tablo içerisinde ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Prolin ön uygulamasının karaçam tohumlarında çimlenme yüzdesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 1). Prolin seviyesi, prolin ön işlem süresi ve işlem etkileşimleri çimlenme yüzdesi üzerinde etkili olamamakla birlikte en yüksek çimlenme kontrol grubunda (%51) gerçekleşmiş, en düşük değer ise 1 mM prolin uygulamasında (%43.68) elde edilmiştir. Bu bulgular, prolinin çimlenme başarısı üzerinde belirgin etki göstermediğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 1. Prolin ile ön işlemin çimlenme (%) üzerine etkisi

Süre	Prolin seviyesi					
	Kontrol	0.5 mM	1 mM	5 mM	10 mM	Ort.
24 saat	53.33	45.33	44.00	46.00	48.00	47.33A
48 saat	48.67	49.33	43.33	50.00	46.67	47.60A
Ort.	51.00X	47.33X	43.68X	48.00X	47.33X	

Sütun üzerinde aynı harfli değerler arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p<0.05$).

Satır üzerinde aynı harfli değerler arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p<0.05$).

Prolin uygulamasının kökçük uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, inkübasyon süresi anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0.05$). 24 saat inkübasyon süresinde ortalama kök uzunluğu 9.79 cm ile 48 saate göre daha yüksek bulunmuştur (8.23 cm). Prolin dozları arasında anlamlı fark olmamakla birlikte, 10 mM prolinle uygulanan 24 saatlik işlemde en yüksek kökçük uzunluğu (11.23 cm) elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Prolin ile ön işlemin kökçük uzunluğu (cm) üzerine etkisi

Süre	Prolin seviyesi					
	Kontrol	0.5 mM	1 mM	5mM	10mM	Ort.
24 saat	8.81±2.53ax	10.73±0.68ax	9.22±2.04ax	8.96±2.10ax	11.23±2.24ax	9.79A
48 saat	7.94±.0.69ax	7.41±0.68bx	7.99±0.64ax	8.28±0.25ax	9.54±1.00ax	8.23B
Ort.	8.37X	9.08X	8.61X	8.62X	10.38X	

Küçük a,b ve x,y harfleri sırasıyla dikey ve yatay gruplar arası farkı, büyük A,B ve X,Y harfleri ise sırasıyla dikey ve yatay ortalamalar arasındaki farkları gösterir ($p<0.05$).

Prolin uygulamasının H_2O_2 düzeyi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Genel olarak 5 mM prolin uygulaması, her iki sürede de hidrojen peroksit seviyesini düşürürken, 10 mM prolin uygulaması en yüksek H_2O_2 seviyelerini oluşturmuştur. Süre faktörü anlamlı olmasa da, 48 saatlik inkübasyonda 5 mM grubunda belirgin bir azalma, 10 mM grubunda ise artış gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Prolin ile ön işlemin hidrojen peroksit ($nmolg^{-1}TA$) seviyesi üzerine etkisi

Süre	Prolin seviyesi					
	Kontrol	0.5 mM	1 mM	5mM	10mM	Ort.
24 saat	53.33±4.08axy	56.11±5.01axy	49.55±4.63by	53.33±3.33axy	63.33±3.33ax	55.13A
48 saat	60.67±4.35axy	61.88±5.01axy	57.50±3.88ay	44.34±8.69bz	70.70±11.64ax	59.01A
Ort.	57.01Y	59.00Y	53.52YZ	48.83Z	67.01X	

Küçük a,b ve x,y,z harfleri sırasıyla dikey ve yatay gruplar arası farkı, büyük A,B ve X,Y,Z harfleri ise sırasıyla dikey ve yatay ortalamalar arasındaki farkları gösterir ($p<0.05$).

Prolin ön uygulaması ve inkübasyon süresi karaçam tohumlarının MDA düzeylerinde anlamlı değişimlere yol açmıştır ($p<0.05$). Ortalama değerlere göre en yüksek MDA düzeyi 10 mM prolinle (%21.14) elde edilirken, en düşük değer 0.5 mM uygulamasında gözlenmiştir (%17.16). 24 saatlik inkübasyonda 5 mM prolin ile MDA seviyesi artarken, 48 saatlik inkübasyonda aynı dozla belirgin bir azalma olmuştur. Ayrıca, 48 saat inkübasyonda MDA

düzeylerinin genel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Bu bulgular, prolinin dozuna ve inkübasyon süresine bağlı olarak tohum metabolizmasında farklı etkiler oluşturabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4. Prolin ile ön işlemin MDA (nmolg^{-1} TA) seviyesi üzerine etkisi

Süre	Prolin seviyesi					
	Kontrol	0.5 mM	1 mM	5mM	10mM	Ort.
24 saat	15.75±1.35by	15.35±2.31by	15.08±1.24by	20.12±2.22ax	17.21±3.18by	16.70B
48 saat	21.29±2.18ay	18.96±2.31ay	20.35±1.62ay	13.58±1.53bz	25.06±1.53ax	19.85A
Ort.	18.51Y	17.16Y	17.71Y	16.85Y	21.14X	

Küçük a,b ve x,y,z harfleri sırasıyla dikey ve yatay gruplar arası farkı, büyük A,B ve X,Y harfleri ise sırasıyla dikey ve yatay ortalamalar arasındaki farkları gösterir ($p<0.05$).

Stres koşulları (soğuk, tuzluluk, su stresi gibi) altında prolinin çimlenme üzerinde olumlu etkisi olduğu ifade edilmektedir (Bar-Nun &Poljakoff-Mayber, 1977; Hua-long vd., 2014; Singh vd., 2018). Stres faktörlerinin olumsuz etkisin azaltmak için dışarıdan çeşitli osmolitler uygulanmakla birlikte organik bir madde olan hücre içi ozmotik basıncı düzenleyen dışarıdan uygulanan prolin uygulamasının abiyotik stres faktörlerine karşı koruyucu ve tolerans geliştirici gösterdiğini rapor eden çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Öztürk & Demir, 2002; Ali vd., 2013; Verbruggen & Hermans, 2008; Ali & Ashraf, 2011; Moustakas vd., 2011; Shahbaz vd., 2013; Kılınçoğlu vd., 2020).

Prolin, çok rollü biyolojik işlevlere sahip bir amino asit olarak stres koşullarında, proteinlerin, hücre zarının ve organel yapıların stabilitesini desteklemekte ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) temizlenmesinde görev almaktadır (Taiz & Zeiger, 2010). Ayrıca ozmotik düzenleyici özelliği proline, sitoplazmada ozmotik dengeyi sağlamada kilit görev almasını sağlar. Çeşitli araştırmalar, prolin birikiminin bitkilerin stres koşullarına karşı direnç geliştirmesinde kritik bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Moustakas vd., 2011; Shakeri vd., 2019).

MDA, strese maruz kalmış hücrelerde reaktif oksijen türlerinin neden olduğu hasarın kritik bir göstergesi olup zar bütünlüğü ve sağlığı hakkında çök önemli bilgiler sunar. Bununla birlikte prolin birikimi kuraklık gibi yaygın stres koşullarında MDA seviyesini dolayısı ile lipit peroksidasyonunu azaltarak hücre zarı bütünlüğünün korunmasına yardım eder (Molinari vd., 2007). Literatürde prolinin hücre zarı üzerine koruyucu etkilerinin araştırıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse, kuraklık stresi koşullarında *Beta vulgaris* (pancar) bitkisine dışarıdan prolin uygulaması yapılmış ve bitkide antioksidan enzimlerin etkinliğinde anlamlı artışlar görülmüştür. Bunun sonucunda MDA seviyesinin de önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Ghaffari vd., 2019). Prolinin bitki su durumu üzerinde de olumlu etkileri bildirilmiştir. Bir çalışmada kuraklık koşulları altında yetişen bitkilere dışarıdan prolin uygulaması yapılmış ve sonuç olarak bitki RWC (nisbi su içeriği) seviyesinin iyileştiği ve MDA düzeylerinin azaldığı rapor edilmiştir (Abdelaal vd., 2020). Wutipraditkul vd. (2015), gerçekleştirdikleri araştırmada, stres koşullarına maruz kalan bitkilere belirli dozlarda verilen prolinin, hücrelerdeki hidrojen peroksit düzeylerini azalttığını ortaya koymuştur.
Aggarwal vd. (2011), ağır metal stresine maruz kalan bitkilerin köklerine dışardan prolin uygulamasının belirli konsantrasyonda lipid peroksidasyonunu ve hidrojen peroksit içeriğini azalttığını belirlemişlerdir. Ek olarak, ağır metal stresine maruz bırakılan bitkilerin kök bölgelerine belirli oranlarda dışsal prolin uygulamasının hem lipid peroksidasyonu düzeylerini hem de hücre içi hidrojen peroksit miktarını azalttığını tespit edilmiştir (Aggarwal vd., 2011). Yapılan çok sayıda araştırma, prolin uygulamasının bitkiler üzerindeki olumlu etkilerinin,

uygulanan prolinin konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur. Düşük ve optimum konsantrasyonlarda prolin, stres toleransını artırıcı yönde etki gösterirken; yüksek dozlarda ise bazı olumsuz fizyolojik tepkilere yol açabileceği bildirilmektedir. Örnek vermek gerekirse Moustakas vd. (2011), yürüttükleri araştırmada 10 mM konsantrasyonunda uygulanan prolinin, kuraklık stresi altındaki bitkilerde koruyucu etki gösterdiğini ortaya koymuştur.

Mevcut çalışmada karaçam tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerinde prolinin olumlu etkisi olmamakla birlikte belirli konsantrasyonlarda ve sürelerde uygulanan prolinin hidrojen peroksit ve MDA seviyesini düşürdüğü ortaya çıkmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada, kuraklık stresi uygulanmaksızın gerçekleştirilen prolin ön işleminin karaçam tohumları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, 5 mM prolinin 48 saatlik inkübasyon süresiyle birlikte hidrojen peroksit (H_2O_2) ve malondialdehit (MDA) seviyelerini düşürdüğünü ve bu açıdan olumlu bir etki sağladığını göstermektedir. Buna karşılık, prolin konsantrasyonu arttıkça (özellikle 10 mM), oksidatif bileşiklerin seviyeleri belirgin şekilde yükselmiştir. Prolinin çimlenme yüzdesi üzerinde anlamlı bir etkisi saptanmamış olsa da kökçük uzunluğu açısından bazı konsantrasyonlarda yapıcı etkiler gözlenmiştir. Sonuç olarak, prolinin belirli doz ve sürede uygulanması karaçam tohumlarında oksidatif dengeyi düzenlemeye ve erken fide gelişimini desteklemeye katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

Abdelaal KAA, Attia KA, Alamery SF, et al. Exogenous application of proline and salicylic acid can mitigate the injurious impacts of drought stress on barley plants associated with physiological and histological characters. Sustainability, 2020;12:1736.
Abdelaal KAA, Attia KA, Alamery SF, et al. Exogenous application of proline and salicylic acid can mitigate the injurious impacts of drought stress on barley plants associated with physiological and histological characters. Sustainability, 2020;12:1736.
Aggarwal M, Sharma S, Kaur N, et al. Exogenous proline application reduces phytotoxic effects of selenium by minimising oxidative stress and improves growth in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. Biol Trace Elem Res. 2011;140:354-367.
Aggarwal M, Sharma S, Kaur N, et al. Exogenous proline application reduces phytotoxic effects of selenium by minimising oxidative stress and improves growth in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. Biol Trace Elem Res. 2011;140:354-367.
Ali Q, Anwar F, Ashraf M, Saari N, Perveen R. Ameliorating effects of exogenously applied proline on seed composition, seed oil quality and oil antioxidant activity of maize (*Zea mays* L.) under drought stress. Int J Mol Sci. 2013;14:818-835.
Ali Q, Anwar F, Ashraf M, Saari N, Perveen R. Ameliorating effects of exogenously applied proline on seed composition, seed oil quality and oil antioxidant activity of maize (*Zea mays* L.) under drought stress. Int J Mol Sci. 2013;14:818-835.
Ashraf M, Foolad MR. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ Exp Bot. 2007;60:206-216.
Bar-Nun N, Poljakoff-Mayber A. Salinity stress and the content of proline in roots of *Pisum sativum* and *Tamarix tetragyna*. Ann Bot. 1977;41:173-179.
Boydak M, Dirik H, Tilki F, Çalıkoğlu M. Effects of water stress on germination in six provenances of *Pinus brutia* seeds from different bioclimatic zones in Turkey. Turk J Agric For. 2013;27:91-97.

Butt M, Ayyub CM, Amjad M, Ahmad R. Proline application enhances growth of chilli by improving physiological and biochemical attributes under salt stress. Pak J Agric Sci. 2016;53:43-49.
Carillo P, Gibon Y. Protocol: Extraction and determination of proline. PrometheusWiki. 2011. https://www.researchgate.net/publication/211353600_PROTOCOL_Extraction_and_determination_of_proline. Accessed August 14, 2020.
Çalıkoğlu M, Tilki F. Orman ağacı tohumlarında çimlenme-su stresi ilişkisi. İÜ Orman Fak Derg Seri B. 2002;52(1):77-88.
Demiralay M, Altuntaş C, Sezgin A, Terzi R. Application of proline to root medium is more effective for amelioration of photosynthetic damages as compared to foliar spraying or seed soaking in maize seedlings under short-term drought. Turk J Biol. 2017; 41(4):649-660.
Dirik H, Çalıkoğlu M, Tilki F. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarında ozmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme üzerindeki etkileri. İÜ Orman Fak Derg Seri A. 1999;49:75-89.
Falusi M, Calamassi R, Tocci A. Sensitivity of seed germination and seedling root growth to moisture stress in four provenances of *Pinus halepensis* Mill. Silvae Genet. 1983;32:4-9.
Gaweł S, Wardas M, Niedworok E, Wardas P. Dialdehyd malonowy (MDA) jako wskaźnik procesów peroksydacji lipidów w organizmie [Malondialdehyde (MDA) as a lipid peroxidation marker]. Wiad Lek. 2004;57:453-455.
Hare P, Cress W, van Staden JA. Regulatory role for proline metabolism in stimulating *Arabidopsis thaliana* seed germination. Plant Growth Regul. 2003;39:41-50.
Hayat S, Hayat Q, Alyemeni MN, Wani AS, Pichtel J, Ahmad A. Role of proline under changing environments: a review. Plant Signal Behav. 2012; 7(11):1456-1466. doi:10.4161/psb.21949
Heath RL, Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Arch Biochem Biophys. 1968;125:189-198.
Hodges D, DeLong J, Forney C, Prange RK. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta. 1999;207:604-611.
Hua-long L, Han-jing S, Jing-guo W, Yang L, De-tang Z, Hong-wei Z. Effect of seed soaking with exogenous proline on seed germination of rice under salt stress. J North Agric Univ. 2014;21:1-6.
Kılınçoğlu N, Cevheri Çİ, Cevheri A, Nahya HY. The effect of exogenous proline application on cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.) under drought stress on some physiological parameters. Comm J Biol. 2020;4(2):126-133.
Lopez M, Humara JM, Casares A, Majada J. The effect of temperature and water stress on laboratory germination of *Eucalyptus globulus* Labill. seeds of different sizes. Ann For Sci. 2000;57:245-250.
Molinari HBC, Marur CJ, Daros E, et al. Evaluation of the stress-inducible production of proline in transgenic sugarcane (*Saccharum* spp.): osmotic adjustment, chlorophyll fluorescence and oxidative stress. Physiol Plant. 2007;130:218-229.
Moustakas M, Sperdouli I, Kouna T, Antonopoulou CI, Therios I. Exogenous proline induces soluble sugar accumulation and alleviates drought stress effects on photosystem II functioning of *Arabidopsis thaliana* leaves. Plant Growth Regul. 2011;65:315-325.
Noreen S, Akhter MS, Yaamin T, Arfan M. The ameliorative effects of exogenously applied proline on physiological and biochemical parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.) crop under copper stress condition. J Plant Interact. 2018;13:221-230.
Öztürk L, Demir Y. In vivo and in vitro protective role of proline. Plant Growth Regul. 2002;38:259-264.
Rana V, Ram S, Nehra K. Review proline biosynthesis and its role in abiotic stress. Int J Agric Innov Res. 2017;6:2319-1473.

Serraj R, Sinclair TR. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? Plant Cell Environ. 2000;25:333-341.
Shahbaz M, Mushtaq Z, Andaz F, Masood A. Does proline application ameliorate adverse effects of salt stress on growth, ions and photosynthetic ability of eggplant (*Solanum melongena* L.). Scientia Hortic. 2013;164:507-511.
Shevyakova NI, Bakulina EA, Kuznetsov VV. Proline antioxidant role in the common ice plant subjected to salinity and paraquat treatment inducing oxidative stress. Russ J Plant Physiol. 2009;56(5):663-669.
Singh M, Singh AK, Nehal N, Sharma N. Effect of proline on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) under salt stress. J Pharm Phytochem. 2018;7:2449-2452.
Slama I, Abdelly C, Bouchereau A, Flowers T, Savoure A. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. Ann Bot. 2015;115(3):433-447.
Srinivas V, Balasubramanian D. Proline is a protein-compatible hydrotrope. Langmuir. 1995;11:2830-2833.
Taiz L, Zeiger E. Responses and adaptations to abiotic stress. In: Plant Physiology. 5th ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc; Chapter 26, 2010.
Tilki F. Seed germination and radicle development in six provenances of *Pinus sylvestris* L. under water stress. Israel J Plant Sci. 2005;53(1):29-33.
Velikova V, Yordanov I, Edreva A. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective roles of exogenous polyamines. Plant Sci. 2000;151(1):59-66.
Verbruggen N, Hermans C. Proline accumulation in plants: a review. Amino Acids. 2008;35:753-759.
Wutipraditkul N, Wongwean P, Buaboocha T. Alleviation of salt-induced oxidative stress in rice seedlings by proline and/or glycinebetaine. Biologia Plant. 2015;59:547-553.

GENETİK ALGORİTMA İLE OPTİMİZE EDİLMİŞ HİBRİT YAPAY SİNİR AĞI MODELİ İLE TÜRKİYE'DE OBEZİTE ORANLARININ ÖNGÖRÜLMESİ

FORECASTING OBESITY RATES IN TÜRKİYE WITH A HYBRID ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL OPTIMIZED WITH GENETIC ALGORITHM

Halil ÇOLAK

Giresun Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, Giresun, Türkiye

(Orcid: 0000-0001-9003-106X)

Emre ÇOLAK

Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı, Giresun, Türkiye

(Orcid: 0000-0003-0850-2876)

Özet

Obezite, küresel düzeyde giderek artan bir halk sağlığı problemi olarak hem bireylerin yaşam kalitesini düşürmekte hem de sağlık sistemleri üzerinde önemli bir ekonomik yük oluşturmaktadır. Türkiye'de de obezite prevalansı son yıllarda artış göstermiş ve sağlık politikalarının öncelikli konularından biri haline gelmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'nin 2003-2021 yılları arasındaki yetişkin obezite yüzdesi verilerine dayanarak, 2032 yılına kadar ileriye dönük tahminler yapabilmek amacıyla Genetik Algoritma ve Yapay Sinir Ağı (YSA) hibrit modeli geliştirilmiştir. Modelde, nüfus, gayrisafi yurtiçi hasıla, elektrik tüketimi, beden eğitimi öğretmenlerinin Kamu Personeli Seçme Sınavı kontenjanı, obeziteye bağlı ölümler ve doktor sayısı olmak üzere altı girdi parametresi kullanılmıştır. YSA mimarisi, iki gizli katmandan oluşacak şekilde yapılandırılmış ve her iki katmandaki nöron sayısı GA kullanılarak optimize edilmiştir. Modelin eğitimi için Levenberg-Marquardt algoritması tercih edilmiş, bu sayede hızlı ve kararlı bir öğrenme süreci sağlanmıştır. Modelin performansı R^2, MSE, RMSE, SSE, MAPE ve MAE gibi hata metrikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Genetik Algoritma optimizasyonu sırasında elde edilen en iyi MSE değeri $7{,}66 \times 10^{-4}$ olarak belirlenirken, Levenberg-Marquardt eğitimi sonrası test setinde elde edilen MSE değeri 0,6591 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, modelin yüksek doğrulukla tahmin yapabildiğini ve obezite oranlarını öngörmede etkili bir araç olabileceğini ortaya koymuştur. Modelin girdileri üzerinde yapılan göreceli önem analizinde Garson ve SHAP algoritmaları kullanılmış; her iki yöntemde de obeziteye bağlı ölümler ve doktor sayısı modelin çıktısı üzerinde en fazla etkiye sahip parametreler olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, sağlıkla doğrudan ilişkili değişkenlerin obezite tahmininde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. YSA modelinin regresyon analizleri, modelin tahmin ve gerçek değerleri arasında yüksek bir korelasyon olduğunu ve genel olarak başarılı bir tahmin performansı sergilediğini göstermektedir. Epoch bazında hata performans grafikleri de modelin aşırı öğrenmeye düşmeden etkin bir şekilde eğitildiğini kanıtlamaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, 2003 yılında %26 olan obezite yüzdesi 2021 yılında %33'e ulaşmış ve modelin tahminlerine göre 2032 yılında bu oranın %36,37'ye çıkacağı öngörülmüştür. Elde edilen bulgular, Türkiye'de obezite oranlarının gelecekte de artmaya devam edeceğini ve bu artışın halk sağlığı açısından önemli bir sorun teşkil etmeyi

sürdüreceğini göstermektedir. Çalışma, geleneksel istatistiksel modellerin ötesine geçerek Genetik algoritma ve YSA hibrit yapısının kullanımıyla tahmin doğruluğunu artırarak, politika yapıcılar ve sağlık uzmanları için karar destek aracı olarak önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, obezite ve benzeri kronik sağlık sorunlarının geleceğe yönelik öngörüsünde disiplinler arası bir yaklaşımın etkili bir örneğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Obezite, yapay zekâ, hibrit model, tahmin, genetik algoritma

Abstract

Obesity has emerged as a growing global public health problem, significantly reducing individual quality of life and imposing a substantial economic burden on healthcare systems. In recent years, the prevalence of obesity has also increased in Türkiye, making it one of the top priorities for health policies. This study aimed to develop a hybrid Genetic algorithm and Artificial Neural Network (ANN) model to predict adult obesity rates in Türkiye from 2003 to 2021 and to provide forward-looking projections up to 2032. The model incorporated six input parameters: population, gross domestic product, electricity consumption, the number of physical education teachers allocated through the national exam, obesity-related mortality rates, and the number of physicians. The ANN architecture was structured with two hidden layers, and the number of neurons in both layers was optimized using Genetic algorithm. The Levenberg-Marquardt algorithm was selected for training the model, enabling a fast and stable learning process. The model's performance was evaluated using various error metrics, including R^2, MSE, RMSE, SSE, MAPE, and MAE. During Genetic algorithm optimization, the best MSE was determined as 7.66×10^{-4}, while the MSE obtained on the test dataset after Levenberg-Marquardt training was calculated as 0.6591. These results demonstrated that the model achieved high prediction accuracy and could be considered an effective tool for forecasting obesity trends. Feature importance analysis was performed using both Garson's algorithm and the SHAP algorithm; both methods identified obesity-related mortality and the number of physicians as the most influential parameters on the model's output. This finding highlights the critical role of health-related variables in predicting obesity rates. Regression analyses of the ANN model revealed a strong correlation between predicted and actual values, indicating a successful prediction performance overall. Furthermore, epoch-based error performance graphs confirmed that the model was trained effectively without overfitting. According to the results, the obesity rate in Türkiye increased from approximately 26% in 2003 to 33% in 2021, with the model projecting a further rise to 36.37% by 2032. These findings indicate that obesity rates in Türkiye are expected to continue increasing in the coming years, posing an ongoing challenge for public health. The study goes beyond traditional statistical models by integrating a hybrid Genetic algorithm-ANN structure, enhancing prediction accuracy, and providing valuable insights for policymakers and health professionals as a decision support tool. Thus, this study demonstrates the potential of an interdisciplinary approach in forecasting chronic health issues like obesity, offering an effective example for future applications.

Keywords: Obesity, artificial ıntelligence, hybrid model, prediction, genetic algorithm

Giriş

Obezite, aşırı kalori tüketimi ve hareketsiz yaşam tarzları nedeniyle yaygınlık kazanmıştır (Liu et al., 2025). Son otuz yılda, obezitenin küresel yaygınlığı iki katına çıkmış, 2022'de 890 milyondan fazla yetişkini etkilemiş ve büyük bir ekonomik yük oluşturmuştur (Lobstein et al., 2022). Yapılan tahminler, 2030 yılına kadar aşırı kilolu ve obez bireylerin sayısında önemli bir artış olduğunu göstermektedir (Alias & Shafie, 2024). Obezite, anormal veya aşırı yağ birikimi ile karakterize, vücut ağırlığında artışa yol açan kronik bir patolojik durumdur ve genellikle vücut kitle indeksi (VKİ) kullanılarak değerlendirilir (Shehab et al., 2025).VKİ, bir bireyin

metabolik durumunu tam olarak yansıtmasa da basitliği ve maliyet etkinliği nedeniyle ilk tarama aracı olarak yaygın şekilde kullanılmaya devam etmektedir (Çolak et al., 2003). Obezitenin sosyokültürel, çevresel, genetik, epigenetik, mikrobiyolojik, metabolik ve hormonal etkiler de dahil olmak üzere çok sayıda nedeni vardır (Butler et al., 2016). Obezite, insülin direnci, yağlı karaciğer hastalığı, kardiyovasküler olaylar ve hiperlipidemi gibi metabolik bozukluklarla yakından ilişkilidir ve bu durum, halk sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Çolak & Çolak, 2024).Bundan dolayı Türkiye'de de benzer şekilde obezite prevalansı giderek artmakta, bu durum ulusal sağlık sistemi üzerinde ciddi bir yük oluşturmakta ve sağlık politikalarının öncelikli hedefleri arasına girmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü 2022 yılında Türkiye'de yetişkin obezite dağılımının (18 yaş ve üzeri) %33,3 olduğunu belirtti (DSÖ, 2025). Türkiye'de obezite salgınıyla mücadele etmek için tüm nüfusu hedefleyen yerleşik ülke çapındaki programlarla çaba sarf edilmiştir (Islek et al., 2020). Türkiye'de yetişkinler arasında obezite; yaş (en yüksek yaygınlık 50-69 yaş grubunda), hipertansiyon, hiperlipidemi, diyabet, doğum sayısı, sigarayı bırakma, alkol tüketimi, medeni durum (özellikle evli ve dul), meslek (en yüksek yaygınlık ev hanımı, esnaf, memur ve emekli), hanehalkı geliri ile ailede obezite, diyabet ve hipertansiyon öyküsü gibi faktörlerle pozitif yönde ilişkilendirilmiştir. Buna karşın, eğitim düzeyi, mevcut sigara kullanımı ve fiziksel aktivite düzeyi ile negatif yönde ilişki göstermiştir (Çolak & Yiğit, 2017; Erem, 2015)

Son yıllarda, yapay zekâ teknikleri ve makine öğrenmesi, obezitenin hem bireysel hem de toplumsal düzeyde tahmini ve gelecekteki öngörülerinde önemli bir araç haline gelmiştir. Bu yöntemler, Türkiye'nin obezite yükünü azaltmak için politika yapıcılar ve sağlık uzmanlarına bilimsel dayanak sağlayarak, önleyici sağlık stratejilerinin geliştirilmesinde kritik bir rol oynayacaktır (Çolak & Çolak, 2024) Günümüzde, yapay zekâ teknolojileri makine öğrenimi yöntemlerini hızla gelişmiştir (Çolak & Şenol, 2023). Makine öğrenimi modelleri; tahmin, öngörü, tespit ve sınıflandırma gibi görevleri etkin bir şekilde yerine getirir (Elibol, 2025)Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin işleyişini taklit eden makine öğreniminin bir alt kümesidir, bu nedenle bir tür yapay zekayı temsil eder (Şenol et al., 2024d).

Bu çalışmanın temel hipotezi, genetik algoritma ve YSA'nın kullanılmasıyla Türkiye'nin 2003-2021 yılları arasındaki yetişkin obezite oranlarının başarıyla tahmin edilebileceği ve 2032 yılına kadar ileri öngörüler sunulabileceğidir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, geçmiş verilerden yola çıkarak Türkiye'de obezite eğilimlerini bilimsel olarak modellemek ve gelecekteki olası artışları öngörerek halk sağlığı politikalarına katkı sağlamaktır. Çalışmanın yeniliği ise, geleneksel istatistiksel yöntemlerin ötesine geçerek genetik algoritma ve YSA'nın hibrit kullanımıyla hem tahmin doğruluğunu artırması hem de ileriye dönük, yıllara göre değişen obezite eğilimlerinin detaylı bir şekilde ortaya konulmasıdır.

Teorik Metot

Veriler

Hibrit YSA modeliyle Türkiye'nin gelecek yıllara ait yetişkin obezitesinin 2032 yılına kadar öngörüsünün yapılması amacıyla Tablo 1'deki 2003-2021 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Girdi parametreleri için nüfus, gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH), elektrik tüketimi, beden eğitimi öğretmenleri için ayrılan kamu personeli seçme sınavı (KPSS) kontenjanı, obeziteye ait bağlı ölümlerin yüzdesi ve doktor sayısı tercih edilmiştir. Hedef parametresi olarak yetişkin obezite yüzdesi kullanılmıştır. Veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2025), Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ, 2025), Başarı Sıralamaları (BS, 2025) DrDataStats (DrDataStats, 2025) Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ, 2025) portallarından elde edilmiştir.

Tablo 1. Yapay Sinir Ağı modelinde kullanılan veriler

Yıllar	Nüfus (milyon)	GSYH (milyar dolar)	Elektrik tüketimi (TWh)	Beden eğitimi öğretmenlerinin KPSS kontenjanı (adet)	Obeziteye bağlı ölümlerin yüzdesi	Doktor sayısı (bin kişi)	Yetişkin obezite yüzdesi
2003	65,9	304,9	132,6	1700	10,3	94,5	25,8
2004	66,8	390,3	141,2	745	10,4	97,1	26,3
2005	67,7	481,4	160,8	605	10,6	100,9	26,8
2006	68,6	526,4	174,6	1100	10,8	104,5	27,2
2007	69,4	648,7	190	1565	11	108,4	27,7
2008	70,3	742	198,4	1297	11,4	113,2	28,1
2009	71,2	616,7	194,1	480	11,7	118,6	28,5
2010	72,1	731,6	210,4	846	11,8	123,4	28,8
2011	73	773,9	229,4	1876	12	126,0	29,2
2012	75,6	786,2	241,1	2106	12,1	129,8	29,6
2013	76,6	823	245,5	1559	12,2	133,8	30
2014	77,6	799,3	257,2	1439	12,4	135,6	30,4
2015	78,7	719,6	264,2	1690	12,6	141,3	30,8
2016	79,8	862,7	274,3	1174	12,7	144,8	31,2
2017	80,8	851,4	292	702	12,9	150,0	31,6
2018	82	797,1	303,3	673	13,1	153,1	31,9
2019	83,1	760,3	303,3	1626	13,3	160,8	32,3
2020	83,6	716	305,5	1521	11,3	171,3	32,6
2021	84,6	807,1	327	540	10,9	183,6	33

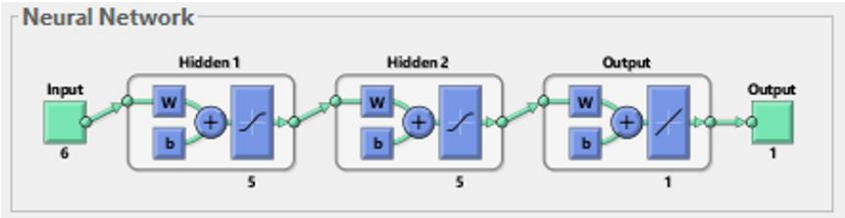
Genetik Algoritma

Genetik algoritma, en uygun olanın hayatta kalması ve doğal seçilim ilkelerine dayanır ve başlangıç aşamasından itibaren belirli bir öğrenme kabiliyetine sahip paralel bir yinelemeli algoritma sınıfı olarak çalışır; bu algoritmalar, durdurma kriterine ulaşılana kadar değerlendirme, seçilim, çaprazlama ve mutasyon süreçlerini döngüsel olarak tekrarlar (Goldberg, 2013). Genetik algoritmalar, tek bir çözümü iyileştirmek yerine, aynı anda bir çözüm kümesini değerlendiren ve değiştiren örtük paralellik özelliği sayesinde doğal olarak paralel bir yapı sergiler. Rastgele başlangıçlarla bile, seçim operatörü bazı yüksek kaliteli çözümleri ön plana çıkarabilir, çaprazlama operatörü ebeveynlerden avantajlı özellikleri aktararak yeni çözümler oluşturabilir ve mutasyon operatörü, çeşitliliği artırarak algoritmanın yerel minimumlardan kaçmasına olanak tanıyabilir (Şekil 1) (Wang, 2005).

Şekil 1. Genetik algoritmanın kısa arama prosedürü

Yapay Sinir Ağları

YSA, makine öğrenimi ve bilişsel bilim alanlarında biyolojik sinir ağlarının (özellikle beynin, hayvanların merkezi sinir sistemi) yapısını ve işlevini taklit eden matematiksel veya hesaplamalı bir modeldir (Şenol et al., 2024c). Fonksiyonları tahmin etmek, öngörü yapmak veya yaklaşık olarak hesaplamak için kullanılır (Şenol et al., 2024b). YSA'nın genel mimarisi, bir giriş katmanından, bir çıkış katmanından ve birden fazla gizli katmandan oluşur (Şekil 2) (Şenol et al., 2021).



Şekil 2. Yapay Sinir Ağı mimarisi

Gizli kısımdaki her katman mutlaka aynı sayıda nöron içermek zorunda değildir. Gizli katman bir veya birden fazla katmandan oluşabilir ve bu nedenle katman sayısı ne kadar yüksek olursa, YSA'nın ulaşabileceği öğrenme o kadar derin olur (Çolak, 2025). Model, sinapslara benzer şekilde girişlerden ve çıktılardan oluşur. Girdiler, ağırlıklarla çarpılır ve toplandıktan sonra, nöronun aktivasyonunu belirleyen matematiksel bir fonksiyona aktarılır (Piya & Mokhtar, 2025). Yapay nöronun çıktısı, belirli bir eşik değerine göre hesaplanır. Model, yapay nöronları bir ağ yapısı içinde birleştirerek verileri işler. Bir katmandaki nöronlardan gelen sinyaller, ileri beslemeli bir şekilde bir sonraki katmana iletilir. Giriş katmanı, ağın girdilerini sağlarken, çıkış katmanı ağın çıktılarını üretir. Ağda, bir veya daha fazla gizli katman bulunabilir (Jiang et al., 2024). Ağırlık büyüklüğü, girdinin nöron üzerindeki etkisini artırarak çıktı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Nöronun çıktısını istenen şekilde elde etmek için ağırlıklar ayarlanır; bu işleme öğrenme veya eğitim adı verilir (Yibo et al., 2025). Yapay nöronların eğitilmesinde kullanılan yöntemlerden biri, giriş ve istenen çıktılar arasındaki farkı minimize ederek ağırlıkları güncelleyen geri yayılım algoritmasıdır. Bu algoritma, örnek verilerin kullanıldığı katmanlı ileri beslemeli YSA yaygın olarak kullanılır (Şenol, 2025). Ağ, giriş verilerini alır ve hata terimi geriye doğru yayılır, böylece ağırlıklar hatayı azaltacak şekilde yeniden ayarlanır

(Çolak & Çolak, 2024). YSA'nın geliştirilmesinin ilk aşaması, modelin temel mekanizmalarına göre uygun bir veri setinin oluşturulmasıdır. Ayrıca, yeni eğitilen YSA'nın performansını değerlendirmek için ayrı bir doğrulama ve test veri seti kullanılır (Çolak & Şenol, 2023).

Göreceli Önem Analizi

Garson Algoritması

Garson algoritması, YSA modellerinde her bir girdinin göreceli etkisini, bağlantı ağırlıklarının mutlak değerlerini hesaplayarak belirler (Denklem 1). Bu algoritma, girdilerin modele katkılarını anlamak ve modelin yorumlana bilirliğini artırmak için önemli bir araç olarak kullanılır. Böylece hangi girdilerin çıktı üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğunu belirlemek ve model geliştirme sürecinde değişkenlerin seçiminde karar desteği sağlamak mümkün hale gelir (Garson, 1991).

$$RI_{garson}(\%)_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^{m}((W_{ij} / \sum_{i=1}^{n}|W_{ij}|) \bullet |W_{jk}|)}{\sum_{i=1}^{n}(\sum_{j=1}^{m}((|W_{ij}| / \sum_{i=1}^{n}|W_{ij}|) \bullet |W_{jk}|))} \bullet 100 \quad (1)$$

Bu denklemde;

n : Girdi katmanındaki nöron sayısı.

m : Gizli katmandaki nöron sayısı.

W_{ij} : Girdi katmanındaki i numaralı nörondan gizli katmandaki j numaralı nörona olan ağırlık.

W_{jk} : Gizli katmandaki j numaralı nörondan çıktı katmanındaki k numaralı nörona olan ağırlığı temsil eder.

SHAP Algoritması

SHAP değerleri oyun teorisinden türetilmiştir ve her bir özelliğin koalisyon kazanımına katkısını bir koalisyonun özelliklerinin alt kümeleri üzerinden tahsis etmek için adil ve rasyonel bir yaklaşım sağlar. Bu yöntem, koalisyonun toplam kazanımını bir alt küme bazında tahmin ederek özelliklerin göreceli katkılarını ortaya çıkarmayı amaçlar (Denklem 2) (Li et al., 2025).

$$RI_{shap}(\%)_{ik} = \Phi_i = \sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{|S|!(|N|-|S|-1)!}{|N|!}[f(S \cup \{i\}) - f(S)] \bullet 100 \quad (2)$$

Bu denklemde,

Φ_i : Özellik *i* için SHAP değeri

N : Tüm özelliklerin kümesi

S : Özellik kümesinin bir alt kümesi

$|S|$: Alt küme *S*'nin eleman sayısı

$|N|$: Toplam özellik sayısı

$f(S)$: Özellik kümesi *S* ile yapılan model tahmini

$f(S \cup \{i\})$: Özellik kümesi *S*'ye *i*. özellik eklendiğinde yapılan model tahmini

$\frac{|S|!(|N|-|S|-1)!}{|N|!}$: Ağırlıklandırma katsayısını (özelliklerin katkısını adil bir şekilde değerlendirmek için kullanılır) ifade eder.

Modellerin Hata Performans Analizi

YSA modellerinin hata performanslarının değerlendirilmesi için ortalama karesel hata (MSE), kök ortalama karesel hata (RMSE), kareli hataların toplamı (SSE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE), belirleme katsayısı (R^2), ortalama mutlak hata (MAE) metrikleri tercih edilmiştir (Denklem 3-8).

$$MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (4)$$

$$SSE = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (5)$$

$$MAPE = \frac{100}{n}\sum i = 1 - \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \quad (6)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (7)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad (8)$$

Denklemlerde, $\hat{y}_i$ bir gözlemin tahmini veya model tarafından öngörülen değerini, y_i ise bu gözlemin gerçek veya beklenen değerini ifade eder. n ise incelenen veri setindeki toplam terim sayısını belirtir (Şenol et al., 2024a).

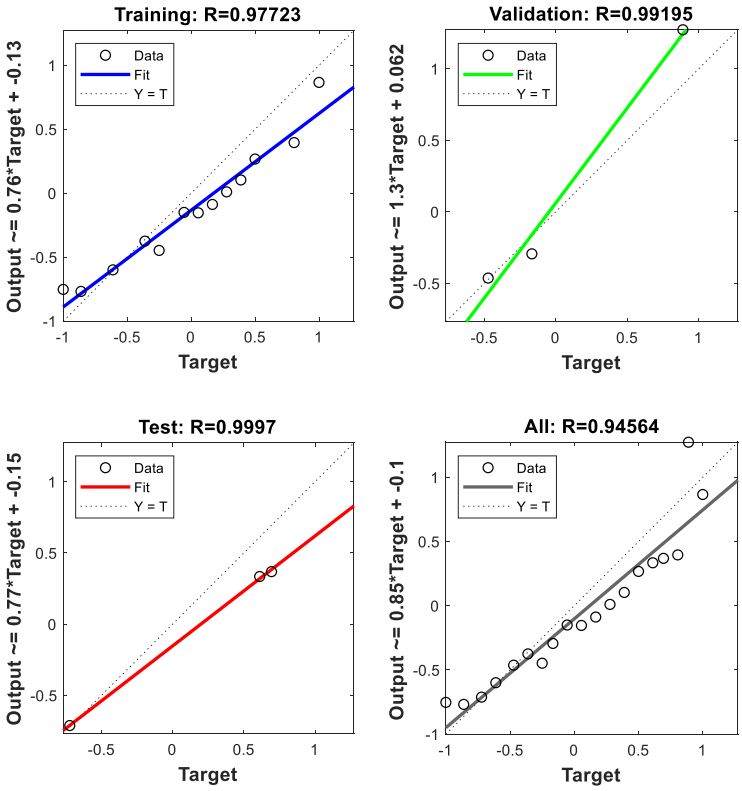
Sonuçlar ve Bulgular

Türkiye'de Obezite Yüzdesinin 2032 Yılına Kadar Yapay Sinir Ağı ile Öngörüsü

Bu çalışmada, girdilerden hedef çıktıyı tahmin etmek amacıyla Genetik algoritma ile optimize YSA hibrit modeli geliştirilmiştir. Model, MATLAB R2019 ortamında iki gizli katmanlı bir YSA mimarisi kullanılarak yapılandırılmıştır (Şekil 2). Genetik Algoritma, modelin her iki gizli katmanındaki nöron sayılarını optimize etmek için kullanılmış ve modelin en iyi performansı göstermesi sağlanmıştır. Genetik algoritma sonucu 6-5-5-1 mimarisi oluşturulmuştur. Genetik algoritma parametreleri olarak popülasyon büyüklüğü 20 ve maksimum nesil sayısı 30 olarak belirlenmiştir. Model eğitiminde Levenberg-Marquardt algoritması tercih edilerek hızlı ve kararlı bir öğrenme elde edilmiştir. Bu algoritma, hata fonksiyonunun hem ikinci türev hem de gradyan bilgilerini kullanarak modelin ağırlıklarını güncellemesi sayesinde regresyon

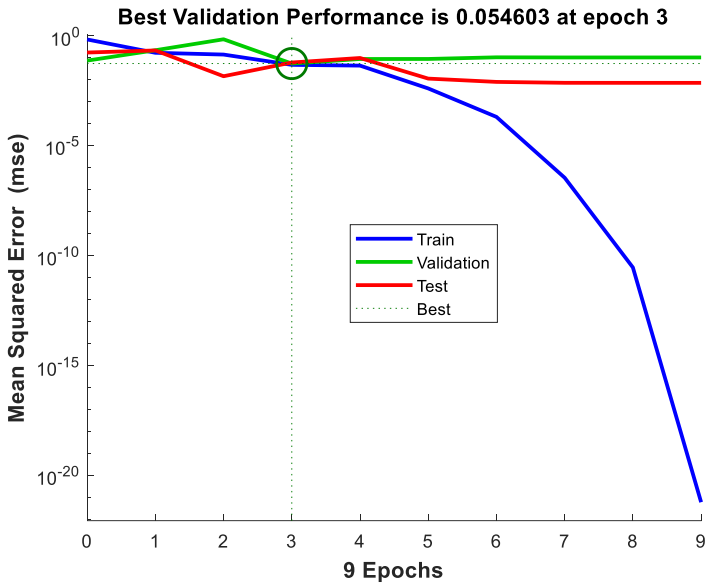
problemlerinde yüksek doğruluk sağlamaktadır (Fischer et al., 2024). Modelde hiperbolik tanjant sigmoid (tansig) aktivasyon fonksiyonu kullanılarak ilk ve ikinci gizli katmanlarda sinyaller işlenmiş, çıkış katmanında ise lineer (purelin) aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Eğitilen modelde, veri setinin %70'i eğitim, %15'i doğrulama ve %15'i test için ayrılmıştır. Modelin genel performansı R^2, MSE, RMSE, SSE, MAPE ve MAE hata performans metrikleriyle değerlendirilmiştir. Modelin optimize edilen en iyi MSE değeri, Genetik algoritma optimizasyonu sırasında $7{,}66x^{10\text{-}4}$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, Levenberg-Marquardt algoritması ile eğitilen modelin test verileri üzerindeki MSE değeri ise 0,6591 olarak bulunmuştur ve bu değer modelin doğrulama performansını göstermektedir. Modelin giriş parametrelerinin göreceli önemleri Garson ve SHAP analizleri kullanılarak belirlenmiş ve her bir giriş değişkeninin model üzerindeki etkisi detaylı olarak analiz edilmiştir. Bu sonuçlar, modelin hem mevcut verileri açıklamada hem de karar destek mekanizmalarında kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Şekil 3'te, modelin tahmin sonuçlarının hedef değerlerle olan uyumunu gösteren regresyon grafikleri içermektedir. Grafiklerde, yatay eksende hedef değerler (Target), dikey eksende ise modelin ürettiği tahminler (Output) yer almakta ve her bir panel farklı veri bölümlerini (örneğin eğitim, doğrulama veya test setleri) temsil etmektedir. Her panelde, dairesel işaretçiler model tarafından tahmin edilen değerleri, düz çizgi modelin lineer regresyon uyumunu ve kesikli çizgi (Y = T) ise ideal doğrusal ilişkiyi (tahmin = hedef) göstermektedir. Grafiklerde, fit eğrilerinin eğimi ve kesişimi modelin tahmin performansını ortaya koymakta; eğrinin 1'e yakın eğimi ve düşük kesişim değerleri modelin hedef değerlerle olan uyumunun yüksek olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, modelin genel olarak yüksek doğrulukla tahmin yapabildiğini ve verinin büyük kısmını iyi açıklayabildiğini ortaya koymaktadır.



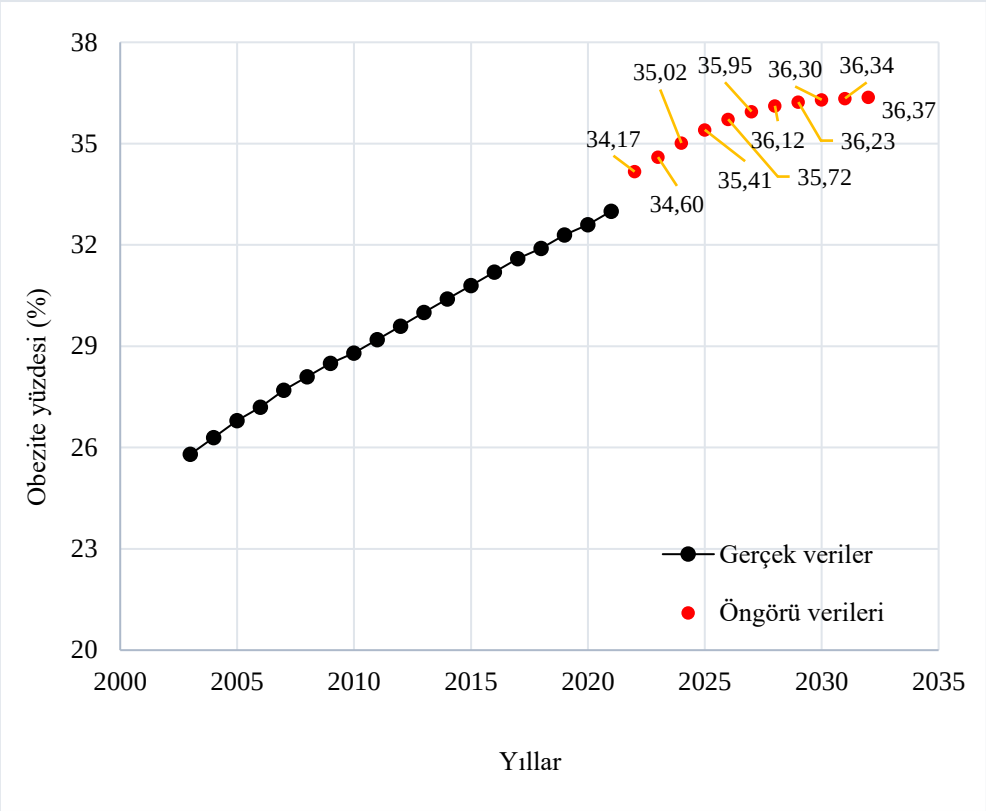
Şekil 3. Yapay Sinir Ağı modelinin regresyon grafikleri

Şekil 4'te, YSA modelinin eğitim (Train), doğrulama (Validation) ve test (Test) veri setlerindeki MSE epoch sayısına bağlı olarak değişimi gösterilmiştir. Grafik, modelin eğitim sürecinde MSE değerinin epoch sayısı arttıkça hızla düştüğünü ve modelin öğrenme sürecinin başarıyla ilerlediğini göstermektedir. Erken durdurma (Best) noktası, modelin doğrulama setinde en düşük hata değerini elde ettiği epoch'u işaret eder ve bu noktadan sonra aşırı öğrenmenin önlenmesi hedeflenir. Grafikte eğitim setindeki hata eğrisi, epoch sayısı arttıkça test ve doğrulama setine göre daha hızlı bir şekilde düşüş göstermektedir. Bu eğilim, modelin eğitim verisine yüksek oranda uyum sağladığını, ancak doğrulama ve test verilerinde göreceli olarak daha sınırlı bir genelleme performansı sergilediğini göstermektedir. Bu analiz, modelin öğrenme sürecini ve genelleme kapasitesini değerlendirmek açısından önemli bir katkı sağlamaktadır.



Şekil 4. Yapay Sinir Ağı modelin MSE grafiği

Şekil 5'te yer alan grafikte, Türkiye'de 2003-2021 yılları arasındaki obezite yüzdesinin gerçek değerleri siyah noktalarla, 2022-2032 yılları YSA ile öngörülen değerleri ise kırmızı noktalarla gösterilmiştir. Gerçek verilere göre, 2003 yılında yaklaşık %26 olan obezite yüzdesi, 2021 yılına kadar sürekli artarak %33'e ulaşmıştır. Yapay sinir ağı öngörülerine göre ise obezite oranı 2022 yılında %34,17'ye yükselmekte ve 2032 yılına kadar kademeli bir artış göstererek %36,37'ye ulaşmaktadır. Grafik genel olarak artan bir trend sergilemekte olup, 2021 sonrası dönemde artış hızında bir miktar yavaşlama gözlemlenmektedir. Bu sonuçlar, obezitenin Türkiye'de ilerleyen yıllarda da artmaya devam edeceğini ve önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam edeceğini ortaya koymaktadır.



Şekil 5. Türkiye'nin gelecek yıllardaki obezite yüzdelik öngörüleri.

Girdi parametrelerinin Göreceli Önem Analiz Sonuçları

Modelin girdilerinin göreceli önemlerini belirlemek amacıyla Garson ve SHAP algoritmaları uygulanmıştır ve sonuçlar Tablo 2'de yer almaktadır. Garson algoritması sonuçlarına göre, obeziteye bağlı ölümler (%28,70) ve doktor sayısı (%20,63) modelin çıktısı üzerinde en yüksek etkiye sahip değişkenler olarak öne çıkmaktadır. Benzer şekilde, SHAP analizinde de obeziteye bağlı ölümler (%26,76) ve doktor sayısı (%23,44) en yüksek önem yüzdelerine sahip parametreler olarak belirlenmiştir. Her iki analizde de nüfus, GSYH ve elektrik tüketimi gibi değişkenlerin göreceli etkileri daha düşük kalmıştır. Bu durum, modelin özellikle obeziteye bağlı ölümler ve doktor sayısı gibi sağlıkla doğrudan ilişkili değişkenler tarafından daha fazla etkilenerek çıktıyı tahmin ettiği anlamına gelmektedir. Analizler, modelin sağlık politikalarına yönelik önemli ipuçları sunduğunu ve karar vericiler açısından kritik değişkenlerin öncelikli olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Göreceli önem analiz sonuçları

Girdi parametreleri	Garson algoritması analiz sonuçları (%)	SHAP analiz sonuçları (%)
Nüfus	8,95	11,86
GSYH	15,04	13,82
Elektrik tüketimi	14,79	12,63
Beden eğitimi öğretmenlerinin KPSS kontenjanı	11,89	11,49
Obeziteye bağlı ölümler	28,70	26,76
Doktor sayısı	20,63	23,44

Hata Performans Analiz Sonuçları

Modelin tahmin performansı R^2, MSE, RMSE, SSE, MAPE ve MAE hata metrikleri kullanılarak kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir (Tablo 3). Modelin R^2 değeri 0,8588 olarak hesaplanmış ve bu sonuç modelin bağımlı değişkenin varyansının %85,88'ini açıkladığını göstermektedir. Modelin MSE değeri 0,6591 ve RMSE değeri 0,8119 olup, tahmin edilen değerlerin gerçek değerlere yakınlığı ve modelin genel hata düzeyinin düşük olduğunu ortaya koymaktadır. SSE değeri 12,5234 olarak belirlenmiş ve modelin toplam hata miktarını temsil etmiştir. Ayrıca, MAPE değeri %2,2346 olarak hesaplanarak modelin ortalama tahmin hatasının oldukça düşük bir düzeyde olduğu gösterilmiştir. MAE değeri ise 0,6792 olup, modelin ortalama mutlak hata seviyesinin düşük olduğunu kanıtlamaktadır. Bu performans metrikleri, geliştirilen Genetik algoritma-YSA hibrit modelinin yüksek bir tahmin doğruluğuna ve güvenilirliğe sahip olduğunu hem literatürde hem de uygulamada kullanılabilirliğini desteklediğini göstermektedir.

Tablo 3. Hata performans analiz sonuçları

R^2	MSE	RMSE	SSE	MAPE	MAE
0,8588	0,6591	0,8119	12,5234	2,2346	0,6792

Sonuç

Bu çalışma, Türkiye'nin 2003-2021 yılları arasındaki yetişkin obezite oranlarının tahmin edilmesi ve 2032 yılına kadar ileriye dönük öngörüler sunulması amacıyla Genetik algoritma ile optimize edilmiş YSA hibrit modelini başarıyla geliştirmiştir. Model, iki gizli katmanlı YSA mimarisi ile yapılandırılarak Genetik algoritma tarafından optimize edilmiş ve Levenberg-Marquardt algoritması kullanılarak eğitilmiştir. Modelin genel performansı R^2, MSE, RMSE, SSE, MAPE ve MAE hata metrikleri kullanılarak değerlendirilmiş ve test verileri üzerindeki MSE değeri 0,6591 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, modelin tahmin performansının yüksek ve hata düzeyinin düşük olduğunu göstermektedir.

Girdi parametrelerinin göreceli önemleri hem Garson hem de SHAP algoritmaları ile analiz edilmiş; her iki analizde de obeziteye bağlı ölümler ve doktor sayısı en yüksek katkıya sahip değişkenler olarak öne çıkmıştır. Bu durum, sağlıkla doğrudan ilişkili parametrelerin modelin çıktısı üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ve obeziteyi tahmin etmede kritik değişkenler olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

YSA modelinin regresyon analizleri, modelin gerçek ve tahmin değerleri arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ve yüksek doğrulukla tahmin yapabildiğini göstermektedir. MSE değerlerinin epoch sayısına göre değişimini gösteren öğrenme grafiği ise modelin öğrenme sürecinin başarıyla tamamlandığını ve aşırı öğrenmenin önlendiğini ortaya koymuştur. 2003 yılında %26 olan obezite oranının 2021 yılına kadar %33'e yükseldiği ve modelin 2032 yılı için bu oranın %36,37'ye ulaşacağını tahmin ettiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Türkiye'de obezite prevalansının gelecekte de artarak devam edeceğini ve halk sağlığı açısından kritik bir sorun olmaya devam edeceğini göstermektedir.

Çalışmanın en önemli katkılarından biri, geleneksel istatistiksel modellerin ötesine geçerek Genetik algoritma ve YSA hibrit modelinin hem tahmin doğruluğunu artırması hem de ileriye dönük, yıllara göre değişen obezite eğilimlerini detaylı bir şekilde ortaya koymasıdır. Bu bulgular, obeziteyle mücadelede politika yapıcılar için karar destek mekanizması sunarak, önleyici sağlık stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunacaktır. Elde edilen model ve analiz sonuçları, sadece obezite tahmini için değil, benzer sağlık sorunlarının öngörülmesi ve yönetimi için de önemli bir örnek teşkil etmektedir.

Kaynakçalar

Alias, A.H.D., Shafie, M.H. 2024. Star anise (Illicium verum Hook. F.) polysaccharides: Potential therapeutic management for obesity, hypertension, and diabetes. *Food Chemistry*, **460**, 140533.

BS. 2025. Başarı Sıralamaları https://www.basarisiralamalari.com.

Butler, L., Poti, J.M., Popkin, B.M. 2016. Trends in energy intake from alcoholic beverages among US adults by sociodemographic characteristics, 1989-2012. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, **116**(7), 1087-1100. e6.

Çolak, E. 2025. Forecasting the biogas potential of cattle manure based on geographical regions of Türkiye until 2035 using machine learning. in: *Energy Systems Engineering Master's degree*, Vol. Master of science, Giresun University. Giresun University Institute of Science.

Çolak, H., Çolak, E. 2024. Türkiye'de Cinsiyete göre Obezite Öncesi Yüzdelik Dağılımının Yapay Sinir Ağı ve Zaman Serileri ile Tahmini. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **14**(3), 1340-1359.

Çolak, H., Kale, R., Cihan, H. 2003. Yoğunlaştırılmış Yürüyüş ve Jogging Programının Yüksek Dansiteli Liporotein (HDL) Ve Düşük Dansiteli Lipoproteinler (LDL) Üzerine Olan Etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **1**(1), 69-76.

Çolak, H., Şenol, H. 2023. Estimating the Number of Licensed Athletes in Turkey Until 2030 with Artificial Neural Networks. *Academic Evaluations in the Field of Sports Sciences-7, Duvar Publications.*

Çolak, H., Yiğit, Z. 2017. Düzenli Egzersiz Yapan Kadınlarda Vücut Komposizyonu Üzerindeki Değişimlerinin İncelenmesi. *Journal of Current Researches on Health Sector*, **7**(2), 69-78.

DrDataStats. 2025. www.drdatastats.com.

DSÖ. 2025. Dünya Sağlık Örgütü https://www.who.int.

Elibol, E.A. 2025. Heat transfer enhancement in vehicle cabin heating system with hybrid nanofluid: An experimental and artificial intelligence approach. *Applied Thermal Engineering*, **259**, 124892.

Erem, C. 2015. Prevalence of overweight and obesity in Turkey. *IJC Metabolic & Endocrine*, **8**, 38-41.

Fischer, A., Izmailov, A.F., Solodov, M.V. 2024. The Levenberg–Marquardt method: an overview of modern convergence theories and more. *Computational Optimization and Applications*, **89**(1), 33-67.

Garson, G.D. 1991. Interpreting neural-network connection weights. *AI expert*, **6**(4), 46-51.

Goldberg, D.E. 2013. *Genetic algorithms*. pearson education India.

Islek, D., Demiral, Y., Ergor, G., Unal, B. 2020. Quantifying gender inequalities in obesity: findings from the Turkish population-based Balcova heart study. *Public Health*, **186**, 265-270.

Jiang, N., Kolozsvary, C., Li, Y. 2024. Artificial Neural Network Prediction of COVID-19 Daily Infection Count. *Bulletin of Mathematical Biology*, **86**(5), 49.

Li, H., Xie, L., Zhou, B., Hu, M., He, Y., Huang, R., Yang, H., Liu, K., Yuan, J., Yang, D. 2025. Machine learning-assisted prediction and identification of key factors affecting nitrogen metabolism for aerobic granular sludge. *Environmental Research*, **273**, 121158.

Liu, X., Song, Y., Feng, Y., Li, J., Liu, G. 2025. The use of β-glucans and other polysaccharides from edible fungi for improving obesity: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 144898.

Lobstein, T., Brinsden, H., Neveux, M. 2022. World obesity atlas 2022.

Piya, S., Mokhtar, M. 2025. Supply chain performance prediction model for make-to-order system using artificial neural network. *Soft Computing*, 1-15.

Shehab, M.J., Al-Mofarji, S.T., Mahdi, B.M., Ameen, R.S., Al-Zubaidi, M.M. 2025. The correlation between obesity and leptin signaling pathways. *Cytokine*, **192**, 156970.

Şenol, H. 2025. Estimation of biogas potential from poultry manure to 2040 in Türkiye using time series and the artificial neural network (ANN). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **207**, 114976.

Şenol, H., Çakır, İ.T., Bianco, F., Görgün, E. 2024a. Improved methane production from ultrasonically-pretreated secondary sedimentation tank sludge and new model proposal: Time series (ARIMA). *Bioresource technology*, **391**, 129866.

Şenol, H., Çolak, E., Elibol, E.A., Hassaan, M.A., El Nemr, A. 2024b. Optimisation of biochar dose in anaerobic co-digestion of green algae and cattle manure using artificial neural networks and response surface methodology. *Chemical Engineering Journal*, **493**, 152750.

Şenol, H., Çolak, E., Oda, V. 2024c. Forecasting of biogas potential using artificial neural networks and time series models for Türkiye to 2035. *Energy*, **302**, 131949.

Şenol, H., Çolak, H., Çolak, E. 2024d. Analysis of the Total Number of Licensed Athletes Using Artificial Neural Networks for the Future Years in Türkiye. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **14**(4), 2153-2171.

Şenol, H., Dereli, M.A., Özbilgin, F. 2021. Investigation of the distribution of bovine manure-based biomethane potential using an artificial neural network in Turkey to 2030. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **149**, 111338.

TEİAŞ. 2025. Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi www.teias.gov.tr.

TÜİK. 2025. Türkiye İstatistik Kurumu www.tuik.gov.tr.

Wang, L. 2005. A hybrid genetic algorithm–neural network strategy for simulation optimization. *Applied Mathematics and Computation*, **170**(2), 1329-1343.

Yibo, W., Huaishuang, S., Jingjie, W., Tao, S., Min, L., Zhiyuan, L., Qinxin, Z. 2025. Study on artificial neural network prediction of heat transfer in vertically upward internally rifled tubes with supercritical water. *Annals of Nuclear Energy*, **220**, 111539.

GÜLÜŞ TASARIMINDA PEMBE ESTETİK VE ESTETİK PROTETİK MATERYALLERİN ROLÜ: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE DİJİTAL TEKNOLOJİLER

THE ROLE OF PINK AESTHETICS AND ESTHETIC PROSTHETIC MATERIALS IN SMILE DESIGN: CONTEMPORARY APPROACHES AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Uzm. Dt. Sümeyye YILMAZ

İnegöl Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi

ORCID ID: https://orcid.org /0000-0002-9030-5179

ÖZET:

Giriş: Estetik diş hekimliğinde, gülüş tasarımı hem fonksiyonel hem de görsel açıdan bütüncül bir yaklaşımı gerektirir. Bu tasarımda "beyaz estetik" kadar "pembe estetik" de önemli bir yer tutar. Pembe estetik; diş etlerinin formu, simetrisi ve rengi gibi yumuşak doku parametrelerinin, dişlerle uyumlu ve sağlıklı bir görünüme kavuşturulmasıdır. Bu amaçla; diş eti konturlama, lazer uygulamaları, diş eti greftleri ve cerrahi düzenlemeler gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Materyal metod: Gülüş tasarımı süreci; dişlerin estetik özellikleri, diş etlerinin harmonisi, dudaklarla uyum ve yüz hatlarına göre planlanan kişiye özel dijital analizlerle desteklenmektedir. Bu noktada Smile Design Software, CAD/CAM sistemleri, 3D yüz ve diş tarama yazılımları (ör. Exocad, 3Shape, FaceHunter) ve dijital simülasyon araçları gülüş tasarımını bilimsel ve görsel olarak optimize etmektedir.

Öte yandan, estetik protetik materyallerin seçimi de doğal görünümlü ve uzun ömürlü restorasyonlar için büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda zirkonyum, lityum disilikat (E-max), full porselen, kompozit reçineler, laminate veneerler ve hibrit seramikler gibi materyaller, biyouyumlu özellikleri ve estetik avantajları ile öne çıkmaktadır. Ayrıca dijital diş hekimliğinde kullanılan 3D baskı materyalleri ve bioseramikler, özelleştirilmiş tedavi süreçlerini mümkün kılarak hem tedavi süresini kısaltmakta hem de hasta memnuniyetini artırmaktadır.

Sonuç : Modern gülüş tasarımı, yumuşak ve sert doku estetiğini entegre eden, dijital teknolojilerle desteklenen ve bireye özel çözümler sunan çok disiplinli bir süreçtir. Pembe estetik uygulamaları ve güncel estetik materyallerin entegrasyonu ile hem fonksiyonel hem de estetik açıdan ideal sonuçlara ulaşmak mümkün olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gülüş tasarımı, pembe estetik, dijital diş hekimliği, estetik materyaller, CAD/CAM, zirkonyum, E-max

ABSTRACT:

Introduction: In aesthetic dentistry, smile design requires a holistic approach that addresses both functional and visual elements. Alongside **white aesthetics, pink aesthetics** plays a vital role by ensuring that the gingival form, symmetry, and color harmonize with the teeth to create a healthy and attractive smile. Techniques such as gingival contouring, laser treatments, soft tissue grafting, and periodontal surgery are frequently employed to achieve optimal pink aesthetics.

Materials and Methods: The smile design process considers the esthetics of teeth, gingival harmony, lip dynamics, and facial proportions, often supported by digital tools. Software such as **Smile Design Software, CAD/CAM systems**, and 3D facial and dental scanning technologies (e.g., Exocad, 3Shape, FaceHunter) enable a scientifically accurate and visually customized smile simulation and planning process.

In parallel, the choice of **esthetic prosthetic materials** significantly impacts the success and longevity of restorations. Contemporary materials such as **zirconia, lithium disilicate (E-max), full ceramic, composite resins, laminate veneers,** and **hybrid ceramics** offer highly aesthetic and biocompatible solutions. Additionally, the use of **3D printing materials** and **bioceramics** in digital dentistry allows for more precise, patient-specific treatments, improving both clinical efficiency and patient satisfaction.

Results: modern smile design integrates both hard and soft tissue esthetics through a multidisciplinary approach, supported by digital technologies and individualized planning. The integration of pink aesthetics and advanced restorative materials enables the achievement of both functional excellence and natural-looking results.

Keywords: Smile design, pink aesthetics, digital dentistry, esthetic materials, CAD/CAM, zirconia, E-max

GİRİŞ

Estetik kavramı, kökenini Eski Yunanca “aesthesia” sözcüğünden almaktadır. Bu terim, "duyusal algı", "duyma", "hissetme" veya "duyarlılık" gibi anlamlara gelmektedir. Estetik, doğası gereği göreceli ve sübjektif bir kavramdır; bireylerin kişisel deneyimleri, değer yargıları, toplumsal konumları ve kültürel birikimleri doğrultusunda farklı şekillerde algılanır ve değerlendirilir. Bu sebeple her kültürde farklı estetik kriterleri bulunmaktadır[1,2].

Estetik bir gülümsemenin temelinde dişlerin(beyaz estetik) ve diş etlerinin (pembe estetik) birbiriyle uyumu ve dengesi önemlidir[3].

Diş hekimliğinde pembe estetik terimi, diş etlerinin estetik görünümünü ve periodontal sağlığını kapsayan önemli bir kavramdır. Özellikle anterior bölge estetiğinde, dişetlerinin doğal gül kurusu pembe renginde olması, diş etlerinin zenith noktasına uygun simetrik olması, interdental papillların karanlık alan olmasına sebep vermeyecek şekilde yeterli doluluğa sahip olması, estetik başarının elde edilmesi için elzemdir[4].

Beyaz estetik kavramı ise, dişlerin görünümünü ve gülüş estetiğini belirleyen bir diğer temel unsurdur. Bu estetiğin sağlanmasında birçok morfolojik ve fonksiyonel faktör birlikte değerlendirilmelidir. Beyaz estetiği sağlayan temel kriterler; dişlerin şekli, rengi, boyutları, pozisyonu, eğimleri, altın oran ile uyumu, hat simetrisidir. Dişlerin şekil ve boyutları, bireyin yüz tipi ve dudak yapısıyla uyum içerisinde olmalıdır[5,6].

Gelişen dijital teknolojiler ile estetik diş hekimliğinde hem **beyaz estetik** hem de **pembe estetik** alanlarında ideal sonuçların elde edilmesi, dijital teknolojilerin entegrasyonu ile daha hızlı, konforlu ve öngörülebilir hale gelmiştir. Dijital gülüş tasarımı programları sayesinde hastalara kişiselleştirilmiş tedavi planları sunulabilmekte ve estetik beklentilere yüksek oranda cevap verilebilmektedir[7].

Bu derlemenin amacı; güncel literatürde, estetik bir gülüşün oluşturulmasında önemli rol oynayan pembe ve beyaz estetik kavramları, bu doğrultuda uygulanan protetik yaklaşımlar ve kullanılan materyaller ile dijital teknolojilerin estetik tedavilerdeki yerini ele almaktır.

PEMBE ESTETİĞİN BİLEŞENLERİ:

Diş Eti Fenotipi:

Dişlerin şekli, pozisyonu, destek kemiğin morfolojisi, genetik, yaş ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişen dişin bukkolingual yöndeki dişeti kalınlığını ve keratinize doku genişliğini tanımlamaktadır[8]. Diş eti fenotipi kalın ve ince olarak sınıflandırılabilmektedir. **İnce diş eti fenotipine sahip kişilerde,** diş eti çekilmesi riski doku hassasiyeti sebebiyle daha yüksektir **[9].**

Zenith Noktası:

Kronun gingival konturundaki en apikal (en tepe) noktayı ifade eder. Bu anatomik referans noktası, genellikle **maksiller santral ve kanin dişlerde** dişin uzun aksının **hafif distalinde** konumlanırken, **maksiller lateral** ve **mandibular kesici dişlerde** dişin uzun aksı ile **çakışma eğilimindedir[10].**

Estetik olarak kabul edilen bir gingival düzenlemede, **kanin dişlerin zenith noktalarının, santral dişlerin zenith noktalarıyla aynı seviyede, lateral dişlerin zenith noktalarının ise bu seviyeden hafifçe apikalde** yer alması önerilmektedir [11].

Gülme Hattı:

Bireyin gülümseme sırasında görünen diş ve diş eti miktarına bağlı olarak tanımlanan estetik bir parametredir. Klinik değerlendirmelerde, **gülme hattı,** özellikle üst çene ön bölge dişlerinin **klinik kron boyu** ile **diş eti görünürlüğü** arasındaki ilişki temel alınarak sınıflandırılmaktadır.

Yüksek gülme hattı durumunda, değişken seviyede sürekli diş eti görünürlüğü eşliğinde tüm klinik kron tamamen açığa çıkar.

Orta gülme hattında, klinik kron boyunun %75-100'ü ve sadece interdental papilla görünürken;

Düşük gülme hattında ise klinik kron boyunun %75'inden daha azı ortaya çıkar [12].

Normal bir gülümsemede 1-2 mm arasında diş eti görünürlüğü estetik açıdan kabul edilebilir sınırlar içerisinde değerlendirilir ve çoğu zaman daha genç ve sağlıklı bir görünüm oluşturur. Diş etinin 3 mm'den fazla göründüğü durumlar **gummy smile** olarak tanımlanmakta olup, bu durum patolojik olmayan estetik bir problem olarak kabul edilmektedir[13].

PEMBE ESTETİK UYGULAMALARI

Diş etlerinin sağlıklı ve estetik bir görünüm kazanması adına gerçekleştirilen cerrahi ve noncerrahi tedavileri kapyasan uygulamaları içermektedir. Bu uygulamalar arasında gingivoplasti, gingivektomi, gingivoplasti, flap cerrahisi, kron boyu uzatma ve periodontal rejeneratif tedaviler yer almaktadır. Özellikle diş eti konturunun düzeltilmesi ve gülüş hattının optimize edilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu işlemler, diş eti dokusunun formunu, seviyesini ve kalınlığını düzenleyerek estetik bütünlüğün sağlanmasına katkıda bulunur.

Gingivoplasti:

Dişetlerindeki şekil bozukluklarının düzeltilmesi ve fizyolojik dişeti formunun yeniden oluşturulması amacıyla gerçekleştirilen cerrahi prosedüre **gingivoplasti** denir[14].

Gingivektomi:

Koronal pozisyonda bulunan diş eti marjının uygun anatomik konuma getirilmesini amaçlayan cerrahi bir prosedürdür. Bu işlem sonucunda mine-sement sınırı çevresinde yeni bir diş eti marjı oluşur. Gingivektomi uygulaması sırasında **biyolojik boşluğun korunması** büyük önem taşımaktadır; zira biyolojik boşluğun ihmal edilmesi, periodontal sağlığın sürdürülebilirliği

açısından olumsuz sonuçlara yol açabilir. Prosedürün gerçekleştirilmesinde bistüri, elektrocerrahi veya lazer gibi farklı teknikler kullanılabilmektedir[15].

Depigmentasyon:

Dişeti pigmentasyonları dişetlerinde sağlıklı gül kurusu pembesi renginin yerini mor-kahve tonlarında pigmentli lekelere bırakmasıyla karakterize edilen klinik bir durumdur. Estetik kaygıların giderilmesi amacıyla çeşitli yöntemlerle tedavi edilebilir. Bu yöntemler arasında döner aletler, bistüri, elektrocerrahi ve lazer kullanılarak pigmente dokunun uzaklaştırılması yer almaktadır [16].

Kron Boyu Uzatma:

Kısa klinik kron boyu, farklı etiyolojik faktörlere bağlı olarak gelişebilen yaygın bir dental durumdur. Bu durum; **çürükler**, **erozyon**, **bruksizme bağlı okluzal aşınmalar**, **kron fraktürleri**, **aşırı diş preparasyonları**, **erüpsiyon uyumsuzlukları**, **gummy smile** olguları ve **genetik varyasyonlar** gibi çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilmektedir. Klinik olarak kısa görünen kronların restoratif veya protetik tedaviye uygun hale getirilmesi amacıyla uygulanan **kron boyu uzatma** işlemlerinde temel hedef, **fonksiyonel restorasyonlar için yeterli klinik boyutun sağlanması** ve aynı zamanda **estetik bütünlüğün artırılmasıdır**.

Bu işlem sırasında **biyolojik genişliğin** korunması ve **gingival marjinin ideal konumunun doğru şekilde belirlenmesi**, tedavinin uzun dönem başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Gerekli görüldüğünde, yalnızca yumuşak dokuya değil, aynı zamanda **alveolar kemik dokusuna yönelik rezektif işlemler** de prosedüre dahil edilebilmektedir[17].

BEYAZ ESTETİĞİ SAĞLAYAN UNSURLAR

Diş Şekli, Boyutu ve Formu

Anterior dişlerin morfolojisi, yüzün şekli ve büyüklüğü ile uyumlu olmalıdır. Diş şekillerini kesin sınıflara ayırmak zor olmakla birlikte, genel estetik uyum açısından yüz ve diş şekilleri arasında bir paralellik gereklidir. Bu amaçla, yüz belirli geometrik formlara (üçgen, kare, ovoid) oturtularak, ön dişlerin de benzer formlarda şekillendirilmesi önerilir. 1914 yılında Dr. James Leon Williams tarafından bu yaklaşım sistematize edilerek 3 temel yüz şekli tanımlanmıştır. Diş şekillerinin de bu sınıflamaya uygun biçimlendirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, diş şekilleri cinsiyetle de ilişkilidir; kadınlarda daha yuvarlak, erkeklerde ise daha köşeli ve keskin hatlı diş formları görülmektedir. Ancak bu özellikler bireysel farklılıklar nedeniyle kesinlik taşımaz[18].

İnsizal ve Servikal Embraşür

Santral dişlerden kaninlere doğru ilerledikçe temas alanları anatomik olarak apikale kayar. Bu geçişin, insizal embraşürlerin boyut ve derinliğinde doğal bir süreklilik sağlaması estetik açıdan önemlidir. Kontak noktalarının gülümseme çizgisine paralel olarak apikale yönelmesi, harmonik bir görünüm oluşturur. Ayrıca, interproksimal üçgenlerin içinden oral kavitenin karanlık alanlarının görünmemesi gerekir. Bazı durumlarda, servikale uzatılmış uzun kontak alanları, künt doku formu yerine, sağlıklı ve keskin bir papilla oluşumunu destekleyerek estetik başarıya katkı sağlar[19,20].

Diş Rengi

Diş rengi zamanla değişkenlik göstermektedir. Örneğin yeni sürmüş dişlerde mine yüzeyinin yüksek organik içeriği sahip olması nedeniyle mineral içeriği düşüktür ve dişler tebeşirimsi opak renkte görünürler. Yaşlanmayla birlikte aşınan mine, dentin dokusunun rengini daha fazla yansıtır. Yaşlı dentin genellikle koyu, yeşil-mavi tonlarda; genç dentin ise sarı-kırmızı

tonlardadır. Ayrıca genç dişlerde pulpa odasının genişliği, dişe daha kırmızımsı bir görünüm kazandırır[21].

Altın Oran

Altın oran, iki eşit olmayan parça arasındaki uyumu tanımlayan matematiksel bir kavramdır ve tarih boyunca sanat, mimari ve matematikte kullanılmıştır. Bu kavram, 1973 yılında Lombardi tarafından diş hekimliğine uyarlanmış; 1978'de Levin tarafından revize edilerek geliştirilmiştir. Estetik diş hekimliğinde altın oran, simetri, baskınlık ve orantının değerlendirilmesinde önemli bir referans olarak kullanılmaktadır[22,23] .

Orta Hat

Yüz ve dental orta hat arasındaki uyum, dental estetiğin değerlendirilmesinde temel parametrelerden biridir. Dental orta hat anterior estetiğin sağlanmasında önemli bir parametredir. Ancak orta hat kavramı ile ilgili farklı görüşler mevcuttur; bir grup araştırmacılar, dental orta hat ve yüz orta hattının çakışması gerektiğini savunmaktayken diğer araştırmacılar bu çakışmanın nadiren olduğunu savunmaktadırlar. Nitekim birçok bireyde de maksiller ve mandibular orta hatların da çakışmadığı gözlenmektedir [24,25].

Bukkal Koridor

Bukkal koridor, gülümseme sırasında maksiller posterior dişlerin vestibül yüzeyi ile dudak komissuraları arasında kalan boşluktur ve geniş, orta, dar olmak üzere üç tipte sınıflandırılır. Literatürde ise bukkal koridorun gülümseme estetiğine olan etkisi bakımından görüş birliği sağlanamamaktadır. Bazı çalışmalar estetik görünümü etkilediğini savunurken, diğerleri anlamlı bir etkisinin olmadığını belirtmektedir[26].

GÜNCEL ESTETİK PROTETİK MATERYALLER

Günümüz estetik protetik diş hekimliği uygulamalarında hem fonksiyonel hem de estetik açıdan üstün restorasyonların elde edilmesi amacıyla çeşitli seramik materyaller yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu materyaller, beyaz ve pembe estetiğin uyumunu sağlamakta gelişen dijital teknolojiler ile tasarımlar yapılabilmekte ve CAD/CAM sistemleri ile hızlı ve hassas şekilde üretimler yapılabilmektedir.

Feldspatik Cam Seramikler

Feldspatik cam seramikler, estetik diş hekimliğinde en uzun süredir kullanılan seramik materyaller arasında yer almakta olup, özellikle üstün optik özellikleri ile öne çıkmaktadır. Feldspatik cam seramikler yüksek translusensi özellikleri sayesinde diş minesine benzer ışık geçirgenliği göstermektedirler. Bu özellik, ışığın yansıma ve kırılma biçimini doğal dişe benzer şekilde taklit edebilmelerine olanak tanır. Böylece restorasyonun çevre diş dokularıyla mükemmel bir estetik uyum içerisinde görünmesi sağlanır.

Ayrıca feldspatik seramikler, renk stabilitesi, yüzey parlaklığı ve detayların yüksek hassasiyetle işlenebilmesi gibi avantajlar sunar. Bu materyaller genellikle lamina veneer, anterior kron ve inley-onley restorasyonlarında tercih edilmekte olup, özellikle estetik beklentilerin yüksek olduğu vakalarda altın standart olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, mekanik dirençlerinin sınırlı olması nedeniyle posterior bölgelerde veya yüksek çiğneme kuvvetine maruz kalan alanlarda dikkatli endikasyon gerektirir[27,28].

Lösit Esaslı Cam Seramikler

Lösit kristalleri, cam matris fazı içerisinde dağılmış halde bulunur ve mikro yapıya entegre şekilde yerleşerek, seramiğin genel dayanıklılığını artırır. Özellikle çatlak ilerlemesini yavaşlatma etkisi, lösit kristallerinin termal genleşme katsayısının cam matrisine kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklanır. Bu özellik, oluşabilecek mikroskobik çatlakların yönünü

değiştirerek veya enerjisini dağıtarak kırılma direncini artırır. Klinik pratiğinde en sık bilinen örnekleri arasında IPS Empress ve IPS Classic (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) bulunmaktadır.

IPS Empress, ısı basınç altında press yöntemiyle şekillendirilen içeriğinde yüksek oranda lösit kristali bulunduran bir cam seramiktir. Bu üretim yöntemi sayesinde hem mekanik mukavemet hem de mikroyapısal homojenlik sağlanır. Aynı zamanda, yüksek translusensi özelliği sayesinde doğal diş dokularına benzer optik karakteristikler sergiler ve bu yönüyle özellikle ön bölge estetik restorasyonlarında tercih edilmektedir[29,30].

Lityum Disilikat Esaslı Cam Seramikler

Lityum disilikat esaslı cam seramikler, günümüzde estetik ve mekanik gereksinimlerin birlikte karşılanabildiği en yaygın kullanılan, en dayanıklı ve en güçlü cam seramik materyalleri arasında yer almaktadır. Bu seramiklerin dental alandaki ilk ticari örneği, 1998 yılında Ivoclar Vivadent firması tarafından "IPS Empress 2" adıyla geliştirilmiş ve pazara sunulmuştur. Bu sistem, estetik başarıyı yüksek mekanik performansla birleştirme amacıyla formüle edilmiş olup, lityum disilikat kristallerini cam matris içinde barındıran yapısıyla dikkat çekmiştir[31].

Daha sonraki senelerde, bu sistemin geliştirilmiş versiyonu olan IPS E.max, lityum disilikat cam seramiklerinin gelişiminde önemli bir dönüm noktası olmaktadır. IPS E.max sistemi, özellikle bükülme direnci açısından kayda değer bir iyileşme sunarak 400 MPa'ya kadar ulaşan mekanik mukavemeti ile dikkat çekmiştir. Bu artan direnç sayesinde, anterior bölgelerin yanı sıra posterior bölgelerde, köprülerde ve implant üstü restorasyonlarda da güvenle kullanılabilmektedir. Bu gelişmeler sayesinde IPS E.max'in hem klinik pratiğinde hem de laboratuvar protokollerinde yaygın olarak tercih edilmektedir.

Kristal yapısal özellikler açısından bakıldığında, %60 oranında bulunan lityum disilikat kristalleri, IPS E.max sisteminde %70 düzeyine çıkarılmıştır. Bu kristallerin artan oranı, yalnızca mekanik dayanıklılığı değil, aynı zamanda materyalin ışık geçirgenliğini ve estetik potansiyelini de artırmaktadır[32].

Polikristalin Seramikler

Polikristalin seramikler, içeriğinde cam faz bulunmayan tamamen yoğun kristal yapıdan oluşan materyallerdir. Bu seramikler, yüksek sıcaklıklarda sinterlenerek katı halde şekillendirilen yapıları sayesinde yüksek mekanik direnç sergilerler. Cam içermemeleri nedeniyle ışık geçirgenlikleri sınırlıdır ve optik özellikleri açısından doğal diş dokusuna benzemekte zorluk yaşansa da mukavemet açısından günümüzde mevcut en güçlü dental seramik grubu olarak kabul edilirler.

Polikristalin seramikler disk veya blok formunda hazırlanmakta ve klinik ya da laboratuvar ortamlarında CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) sistemleri aracılığıyla şekillendirilip üretilmektedir. Bu üretim yöntemi, hızlı ve hassas restorasyonların gerçekleştirilmesine olanak tanıyarak hem estetik hem de fonksiyonel restorasyonların elde edilmesini mümkün kılar.

Diş hekimliğinde yaygın şekilde kullanılan polikristalin seramik materyallerin başında **zirkonyum dioksit (ZrO_2)** ve **alüminyum oksit (Al_2O_3)** gelir. Bu materyaller, özellikle posterior bölgelerde yüksek çiğneme kuvvetlerine dayanıklı kron, köprü, implant üstü restorasyonlar ve altyapı materyali olarak kullanılmaktadır. Alümina, estetik avantajlara sahip olmasına rağmen mekanik dayanıklılık açısından zirkonyaya göre daha sınırlı bir kullanım alanına sahiptir[33,34].

Poliomorfik yapıya sahip zirkonya sıcaklık değişimine başlı faz değişimi gerçekleştirmektir. Bu faz değişimleri sırasında hacimsel değişiklikler meydana gelir ve bu durum çatlak

oluşumuna yol açabilir. Bu nedenle, klinik kullanıma uygun hale getirmek için zirkonyaya stabilizatör elementler (örneğin itriyum oksit, Y_2O_3) eklenerek **itriya ile stabilize tetragonal zirkonya polikristali (Y-TZP)** elde edilir. Bu yapı, dönüşümle güçlendirme mekanizması sayesinde çatlak ilerlemesini engelleyerek materyalin mukavemetini önemli ölçüde artırır[35].

DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIMI

Dijital Gülüş Tasarımı (Digital Smile Design - DSD), bireyin yüz ve diş estetiğinin dijital araçlar kullanılarak kapsamlı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanıyan modern bir planlama yöntemidir. Bu yöntem, yüksek çözünürlüklü fotoğraf ve videolar ile bilgisayar yazılımlarının entegrasyonu sayesinde hem estetik hem de fonksiyonel bir değerlendirme yapılmasını sağlar. Tedavi öncesinde dijital simülasyonlar oluşturularak, planlanan sonucun sanal ortamda ön izlenimi mümkün hale getirilir. DSD, başta protetik diş tedavileri olmak üzere ortodonti, implantoloji ve periodontal tedavi gibi farklı diş hekimliği disiplinlerinde de yaygın biçimde kullanılmaktadır[36].

Bu yöntem, multidisipliner yaklaşımı kolaylaştırarak, klinisyenler arası iletişimi güçlendirir ve tedavi planlamasının daha bütüncül bir şekilde yapılmasına katkıda bulunur. Aynı zamanda, hasta ile olan iletişimi de olumlu yönde etkileyerek tedaviye olan katılımı ve hasta memnuniyetini artırır.

Modern toplumlarda estetik beklentilerin artması, DSD'nin klinik ortamlarda daha fazla tercih edilmesine neden olmuştur. Dijital sistemler, hekimlerin daha isabetli tanı koymasını ve bireye özgü, kişiselleştirilmiş tedavi planları oluşturmasını sağlar. Yüz oranları, dudak hattı, diş formu ve dişeti seviyesi gibi estetik parametrelerin dijital olarak değerlendirilmesi sayesinde, gülüş tasarımında daha doğal ve uyumlu sonuçlar elde edilebilir[6].

DSD uygulamasında ilk aşama hastadan çeşitli açılardan ağız içi ve yüz fotoğraf ile video kayıtları almaktır. Daha sonra hastanın ağız içi ve yüz yapısına ait veriler dijital ortama aktarılıp yazılım yardımıyla analiz edilir ve çeşitli tasarım alternatifleri oluşturulur. Bu tasarımlar, hekimin estetik hedefleri ile hastanın beklentileri doğrultusunda uyumlandırılarak nihai tedavi planı şekillendirilir. Elde edilen dijital simülasyonlar, tedavi sürecine başlamadan önce hasta, klinik ekip ve dental laboratuvar tarafından detaylı olarak incelenebilir. Bu sayede hem tanısal doğruluk hem de tedavi öngörülebilirliği önemli ölçüde artırılır[37,38].

Bu yazılımlar, yalnızca estetik hedeflere ulaşmayı kolaylaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda tanısal süreci destekleyerek hekimlerin karar verme süreçlerini güçlendirmekte, tedavi öngörülebilirliğini artırmakta ve hasta ile hekim arasındaki iletişimi etkin bir biçimde desteklemektedir. Yazılım sistemleri; diş formu, diş eti seviyesi, gülme hattı gibi parametrelerle beraber yüz oranların detaylı bir şekilde değerlendirilmeksine imkan tanır. Böylece, klinik muayene veya geleneksel fotografik incelemelerde gözden kaçabilecek ayrıntıların dijital ortamda detaylı bir şekilde analiz edilmesi mümkün hale gelmektedir.[39,40].

Dijital Gülüş Tasarımı Programlarının Seçim Kriterleri ve Yaygın Kullanılan Yazılımlar

Dijital gülüş tasarımında kullanılan yazılım programlarının seçimi, tedavi başarısını doğrudan etkileyen önemli bir süreçtir. Bu kapsamda, tercih edilecek programın bazı temel kriterlere uygun olması gerekmektedir. Başlıca değerlendirme unsurları arasında programın kullanım kolaylığı, estetik analiz yeteneği, işlem sürecindeki zaman verimliliği, dijital iş akışlarına entegrasyon kabiliyeti, vaka dokümantasyonu ve veri saklama kapasitesi, CAD/CAM sistemleri ile uyumluluğu ile maliyet etkinliği yer almaktadır. Bu kriterler, hem klinik uygulamaların etkinliğini artırmak hem de hasta ve laboratuvar arasındaki koordinasyonu kolaylaştırmak açısından kritik öneme sahiptir[41].

Günümüzde, dijital gülüş tasarımı alanında en yaygın kullanılan profesyonel yazılım programları arasında şunlar bulunmaktadır:

Digital Smile Design (DSD App LLC, Florida, ABD)

Exocad (Exocad GmbH, Darmstadt, Almanya)

3Shape Smile Design (3Shape, Kopenhag, Danimarka)

Smile Designer Pro (Tasty Tech Ltd., Londra, İngiltere)

Planmeca Romexis Smile Design (Planmeca Romexis Ltd., Helsinki, Finlandiya),

VisagiSMile (Web Motion Ltd., Sofya, Bulgaristan)[36].

Dijital Gülüş Tasarımının Avantajları

1. Hasta, tedavi planına aktif katılım sağlar ve sonuçlar üç boyutlu olarak görselleştirildiği için hasta-hekim iletişimi güçlenir.

2. Klinik değerlendirmede gözden kaçabilecek kritik faktörler dijital analizle kolayca tespit edilir.

3. Hastanın taleplerine göre görsel simülasyonlar üzerinde değişiklik yapılarak kişiye özel planlama mümkündür.

4. Dijital tarama, yüksek çözünürlük sayesinde tanısal doğruluğu artırarak hata riskini azaltır.

5. Multidisipliner ekip arasında etkili iletişim sağlanır; görüntüler ve veriler paylaşılır, tedavi planlaması koordineli şekilde yürütülür.

6. Onaylanan dijital tedavi planı, tedavi güvenini artırır ve istenmeyen durumların önüne geçer.

7. Tedavi öncesi ve sonrası dijital veriler karşılaştırılarak değerlendirme yapılabilir.[42].

Dijital Gülüş Tasarımının Dezavantajları

1. Yazılım satın alma ve bakım maliyetleri yüksek olup, ekonomik açıdan maliyetli bir uygulamadır.

2. Programın etkin kullanılabilmesi için kullanıcıların detaylı bir eğitim alması gerekmektedir.

3. Yazılımın önerdiği sonuçlar her zaman hasta tarafından kabul edilmeyebilir; bu durum yazılımın kusuru değildir.

4. Üç boyutlu modellerde doğal diş dokusunun gerçekçi yansıtılamaması, hastada olumsuz algı yaratabilir.

5. Canlı dokuların gerçeğe en yakın şekilde görselleştirilmesi halen yazılım teknolojilerinde çözülmesi gereken bir sorundur[42].

SONUÇ

Pembe estetik, protetik tedaviler ve gülüş tasarımı arasındaki ilişki, estetik diş hekimliğinde bütüncül yaklaşımın önemini ortaya koymaktadır. Dişlerin morfolojisi ve düzeni kadar, dişeti dokusunun formu, konturu, simetrisi ve sağlığı da estetik bir gülüşün vazgeçilmez unsurları arasında yer almaktadır. Bu nedenle, yalnızca diş yapılarına odaklanan yaklaşımlar, günümüz

estetik beklentilerini karşılamakta yetersiz kalmakta; dişeti estetiğini de içeren kapsamlı planlamalar gerekmektedir.

Gelişen dijital teknolojiler, hem teşhis hem de tedavi planlaması süreçlerinde hekime önemli avantajlar sağlamaktadır. Dijital ölçümler, yüz analizi, CAD/CAM sistemleri sayesinde, hasta özelinde kişiselleştirilmiş tedavi planları oluşturulmakta; bu da tedavi sonuçlarının hem öngörülebilirliğini hem de estetik başarısını artırmaktadır. Aynı zamanda bu teknolojiler, zamandan tasarruf sağlamakta ve hasta-hekim iletişimini güçlendirerek memnuniyet düzeyini artırmaktadır.

Pembe ve beyaz estetiğin dengeli ve entegre biçimde ele alındığı protetik yaklaşımlar, yalnızca estetik iyileşme sağlamakla kalmayıp, fonksiyonel restorasyonların da başarılı şekilde uygulanmasına olanak tanımaktadır. Yumuşak doku ile restoratif materyaller arasındaki biyolojik uyumun gözetilmesi, periodontal sağlığın korunması açısından da kritik öneme sahiptir. Uzun dönemli klinik başarı, bu multidisipliner yaklaşım sayesinde mümkün hale gelmekte; estetik, fonksiyon ve biyolojik bütünlük hedeflerine ulaşılmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Morley J, Eubank J. Macroesthetic elements of smile design. *J Am Dent Assoc*. 2001;132(1):39-45.

2. Dong JK, Jin TH, Cho HW, Oh SC. The esthetics of the smile: a review of some recent studies. *Int J Prosthodont*. 1999;12(1).

3. ERGİN E, MERAL E. Lazerlerin Estetik Diş Hekimliğinde Diğer Kullanım Alanları. *Turkiye Klin Restor Dent Top*. 2018;4(3):49-56.

4. Yargıcı M, Evlioğlu G. İmplant destekli restorasyonlarda pembe ve beyaz estetik. *Aydın Dent J*. 2022;8(2):159-175.

5. Sharma PK, Sharma P. Dental smile esthetics: the assessment and creation of the ideal smile. In: *Seminars in Orthodontics*. Vol 18. Elsevier; 2012:193-201.

6. Moskowitz ME, Nayyar A. Determinants of dental esthetics: a rational for smile analysis and treatment. *Compend Contin Educ Dent (Jamesburg, NJ 1995)*. 1995;16(12):1164-1166.

7. AKKILIÇ F, AYGÖR FA. Dijital Gülüş Tasarımı. *J Ege Univ Sch Dent Üniversitesi Dis Hekim Fakültesi Derg*. 2024;45(2).

8. Müller HP, Eger T. Gingival phenotypes in young male adults. *J Clin Periodontol*. 1997;24(1):65-71. doi:10.1111/j.1600-051x.1997.tb01186.x

9. Cortellini P, Bissada NF. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *J Periodontol*. 2018;89:S204-S213.

10. Nomura S, Freitas KMS, Silva PPC da, et al. Evaluation of the attractiveness of different gingival zeniths in smile esthetics. *Dental Press J Orthod*. 2018;23(5):47-57. doi:10.1590/2177-6709.23.5.047-057.oar

11. EVLİOĞLU GÜLÜMSER YÇM. İmplant Destekli Restorasyonlarda Pembe Ve Beyaz Estetik. *AYDIN Dent J*. 2022;(2):166.

12. Melo M, Ata-Ali J, Ata-Ali F, et al. Evaluation of the maxillary midline, curve of the upper lip, smile line and tooth shape: a prospective study of 140 Caucasian patients. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):42. doi:10.1186/s12903-020-1031-y

13. Mercado-García J, Rosso P, Gonzalvez-García M, Colina J, Fernández JM. Gummy Smile: Mercado-Rosso Classification System and Dynamic Restructuring with Hyaluronic Acid. *Aesthetic Plast Surg*. 2021;45(5):2338-2349. doi:10.1007/s00266-021-02169-8

14. Bhat P, Thakur SL, Kulkarni SS. Evaluation of soft tissue marginal stability achieved after excision with a conventional technique in comparison with laser excision: A pilot study. *Indian J Dent Res*. 2015;26(2):186-188.

15. Has LC, Eminoğlu DÖ. Diş Hekimliğinde Estetik Bir Problem: Gummy Smile. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilim Derg*. 2024;13(4):2044-2052.

16. Kathariya R, Pradeep AR. Split mouth de-epithelization techniques for gingival depigmentation: A case series and review of literature. *J Indian Soc Periodontol*. 2011;15(2):161-168.

17. Dönmez S, Becerik S. Kron Boyu Uzatma Operasyonlarında Dijital Destekli Planlama. *Int Arch Dent Sci*. 2022;43(Supp: Ozel Sayi):47-53.

18. Wolfart S, Menzel H, Kern M. Inability to relate tooth forms to face shape and gender. *Eur J Oral Sci*. 2004;112(6):471-476. doi:10.1111/j.1600-0722.2004.00170.x

19. DOĞAN AN. DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIMI: KULLANILAN SİSTEMLER VE AVANTAJLARI. *Sağlık Bilim Derg*. 2020;29(2):138-143. doi:10.34108/eujhs.551381

20. CHU SJ, TAN JH, STAPPERT CFJ, TARNOW DP. Gingival Zenith Positions and Levels of the Maxillary Anterior Dentition. *J Esthet Restor Dent*. 2009;21(2):113-120. doi:10.1111/j.1708-8240.2009.00242.x

21. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2003;23(5):467-479. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14620121

22. Lombardi RE. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *J Prosthet Dent*. 1973;29(4):358-382. doi:10.1016/S0022-3913(73)80013-7

23. Silva ADO, Fabre HSC, Ursi WJS, Hoeppner MG, Do Amaral ALM. Anterior Upper Teeth Golden Proportion Analysis with Millimetric Templates: An Invention Developed at Londrina State University. Testarelli L, ed. *Int J Dent*. 2022;2022:1-10. doi:10.1155/2022/1520812

24. Silva BP, Jiménez-Castellanos E, Stanley K, Mahn E, Coachman C, Finkel S. Layperson's perception of axial midline angulation in asymmetric faces. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(2):119-125. doi:10.1111/jerd.12347

25. KOZAK E, TUNA SH. Dental Orta Hat Simetri-Asimetrisinin Dentofasiyal Estetik Algı Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilim Derg*. 2022;13(2):263-270. doi:10.22312/sdusbed.1067023

26. Machado AW. 10 commandments of smile esthetics. *Dental Press J Orthod*. 2014;19(4):136-157. doi:10.1590/2176-9451.19.4.136-157.sar

27. Mihali SG, Lolos D, Popa G, Tudor A, Bratu DC. Retrospective Long-Term Clinical Outcome of Feldspathic Ceramic Veneers. *Materials (Basel)*. 2022;15(6):2150. doi:10.3390/ma15062150

28. McLaren EA, LeSage B. Feldspathic veneers: what are their indications. *Compend Contin Educ Dent*. 2011;32(3):44-49.

29. Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass-Ceramics in Dentistry: A Review. *Mater (Basel,*

Switzerland). 2020;13(5). doi:10.3390/ma13051049

30. Sannino G, Germano F, Arcuri L, Bigelli E, Arcuri C, Barlattani A. CEREC CAD/CAM Chairside System. *Oral Implantol (Rome)*. 2014;7(3):57-70.

31. Pozzi A, Tallarico M, Barlattani A. Monolithic Lithium Disilicate Full-Contour Crowns Bonded on CAD/CAM Zirconia Complete-Arch Implant Bridges With 3 to 5 Years of Follow-Up. *J Oral Implantol*. 2015;41(4):450-458. doi:10.1563/AAID-JOI-D-13-00133

32. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2007;98(5):389-404. doi:10.1016/S0022-3913(07)60124-3

33. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *J Prosthodont Res*. 2014;58(4):208-216. doi:10.1016/j.jpor.2014.07.003

34. Kelly J, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J*. 2011;56(s1):84-96. doi:10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x

35. KELLY J, DENRY I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: An overview☆. *Dent Mater*. 2008;24(3):289-298. doi:10.1016/j.dental.2007.05.005

36. Aktan E, Şen N. Diş Hekimliğinde Dijital Gülüş Tasarımı Uygulamaları. *ADO Klin Bilim Derg*. 2023;12(3):474-479.

37. Iliev G. Personalized digital smile design for predictable aesthetic results. *Balk J Dent Med*. 2016;20(3):172-177.

38. Coachman C, Calamita M. Digital Smile Design: A Tool for Treatment Planning and Communication in Esthetic Dentistry. *Quintessence Dent Technol*. 2012;35.

39. Nold SL, Horvath SD, Stampf S, Blatz MB. Analysis of select facial and dental esthetic parameters. *Int J Periodontics Restor Dent*. 2014;34(5):623-629.

40. Coachman C, Calamita M, Sesma N. Dynamic Documentation of the Smile and the 2D/3D Digital Smile Design Process. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2017;37(2):183-193. doi:10.11607/prd.2911

41. Helvey GA. Computer-generated smile analysis: Part 1. *Dent Today*. 2007;26(7):148-150.

42. Çelik A, Bala O, Akgül S. Dijital Gülüş Tasarımı. *ADO Klin Bilim Derg*. 2024;13(1):167-176.

QUINOLINE-DERIVED SCHIFF BASES AS INHIBITORS OF HUMAN CARBONIC ANHYDRASE ISOENZYMES (HCAI AND HCAII)

Hanif ŞİRİNZADE

Department of Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmacy, Selcuk University, 42130, Konya, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9663-9199

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Carbonic anhydrase (CA) is a metalloenzyme that contains a zinc ion (Zn^{2+}) at its active site. It catalyzes the reversible hydration of carbon dioxide to bicarbonate and a proton reaction that proceeds slowly in the absence of a catalyst (EC 4.2.1.1).

Materials and Methods: The designed compound was synthesized by condensation of appropriate halo-phenylhydrazine hydrochloride with 6-fluoroquinoline-2-carbaldehyde. CA catalyzes the hydrolysis of p-nitrophenyl acetate to p-nitrophenol, which can be monitored spectrophotometrically due to the strong absorbance of p-nitrophenol at 348 nm. This property allows for convenient measurement of enzyme activity.

Results: In this study, the inhibition effects of two quinoline schiff bases derivatives (**1a** and **1b**) on carbonic anhydrases (hCAs) were investigated. It was observed that the synthesized compounds exhibited effective inhibitory activity on the hCA I and hCA II enzymes. The Ki values of the synthesized compounds were found to be in the range of 0.185 ± 0.004 to 0.191 ± 0.005 μM for hCA I, and 0.157 ± 0.006 to 0.179 ± 0.007 μM for hCA II. According to the docking results, it was seen that the molecules which we examined were able to inhibit the relevant targets quite successfully. Acetazolamide was used as a positive control for hCA isoenzymes. Compared to the control compound AAZ, compound **1a** exhibited a stronger inhibitory effect on both hCA I and hCA II. Additionally, in silico analyses provided insights into the binding interactions, shedding light on the multi-targeting potential of the compound. Within the scope of the study, compound **1a** was found to display different binding affinities toward hCA I and II isoenzymes, demonstrating its potential to be further investigated as a selective and effective hCA inhibitor.

Key Words: Carbonic anhydrase; Inhibitory; In-silico; Quinoline

Introduction

Human carbonic anhydrase (hCA; carbonate hydrolyase, EC 4.2.1.1) is a member of the metalloenzyme family and comprises sixteen isoenzymes in mammals (CA I–CA XVI). These enzymes catalyze the reversible conversion of carbon dioxide into bicarbonate and a proton, a reaction that occurs slowly in the absence of a catalyst. Due to their role in this process, human carbonic anhydrases are considered key pH-regulating enzymes and are highly expressed in various tissues, particularly in erythrocytes (Hassan, 2013; Supuran, 2004; Supuran, 2007; Supuran, 2008; Innocenti, 2008 ve Sarıkaya, 2011).

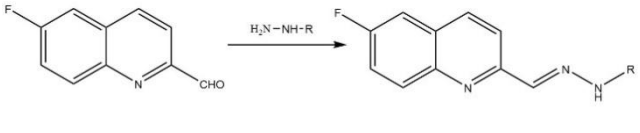
Several carbonic anhydrase (CA) isoforms are involved in physiological processes that make them important therapeutic targets. These enzymes can be selectively inhibited or activated for the treatment of various diseases, including glaucoma, edema, obesity, osteoporosis, epilepsy, and cancer (Supuran, 2004; Supuran, 2007; Supuran, 2008; Innocenti, 2008 ve Sarıkaya, 2011; Nair, 1994; Casey, 2006). Clinically, carbonic anhydrase inhibitors (CAIs) such as acetazolamide (AZA), zonisamide (ZNS), methazolamide (MZA), and topiramate (TPM) are used as diuretics and to manage intraocular hypertension associated with glaucoma (Ozbey, 2026; Garibov, 2026). In this study, acetazolamide (AZA) was used as a positive control.

A wide range of carbonic anhydrase (CA) inhibitors have been investigated to date, including various metal ions (Ekinci, 2007), anions (Thiry, 2007), phenols (Innocenti, 2008), chalcones (Aslan, 2018), Schiff bases and their amines (Yiğit, 2018), pyrimidine-thiones (Taslimi, 2028), amides (Taslimi 2017), sulfonamides (Supuran, 2008), 1H-indazole derivatives (Alim, 2028), and aminomethyl compounds (Timur, 2019). Among the isoforms, CA II inhibitors are particularly significant and are employed for multiple therapeutic purposes, such as the treatment of epilepsy and glaucoma, as well as being explored as antitumor agents, diagnostic tools, and diuretics (Innocenti, 2008; Supuran, 2007; Sly, 1995; Özensoy, 2004).

Recently, several novel carbonic anhydrase inhibitors (CAIs) have been identified by researchers (Innocenti, 2008; Ekinci, 2007; Supuran, 2007; Sly, 1995; Özensoy, 2004; Postorekova, 2004). Among these, various phenol derivatives (Innocenti, 2008; Ekinci, 2007), salicylic acid derivatives (Bayram, 2008), and a range of benzenes and bisphenols with antioxidant properties, along with their derivatives (Burmaoglu, 2016; Caglar, 2016), have shown potential as inhibitors of the CA I and II isoforms. In the present study, the inhibitory effects of two Quinoline hydrazone Schiff base compounds on human erythrocyte carbonic anhydrase isoenzymes were investigated in vitro. The inhibitory effects of two synthesized compounds (1a and 1b) on carbonic anhydrase enzymes (hCA I and hCA II) were investigated in vitro and compared with the reference drug acetazolamide (Suzen, 2012).

Material And Methods

This study focused on the synthesis, characterization, and evaluation of the potential inhibitory effects of two quinolinecarboxaldehyde-hydrazone derivatives against the hCA I and hCA II enzymes. The target hydrazones were synthesized from 6-Fluoroquinoline-2-carboxaldehyde and the suitable phenylhydrazines using a similar process in the literature (Fig. 1) (Shirinzadeh, 2020).



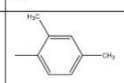
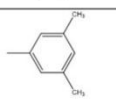
Compounds	R
1a	
1b	

Figure 1. General synthesis pathway and molecular structures of the Quinoline-Derived Schiff Bases compounds

Chemistry – Experimental and Instruments

Uncorrected melting points were determined using a Stuart SMP30 melting point apparatus. The ^{1}H and ^{13}C NMR spectra were recorded on a Varian 500 MHz spectrometer (Palo Alto, CA), using tetramethylsilane (TMS) as an internal standard and DMSO-d_6 as the solvent. ESI mass spectra were obtained using a Waters Micromass ZQ instrument. All spectral analyses were conducted at the Central Laboratory of the Faculty of Pharmacy, Ankara University. Chromatographic separations were performed using Merck silica gel 60 (230–400 mesh ASTM). Sepharose-4B, indazole compounds, and chemicals used for electrophoresis were purchased from Sigma-Aldrich. L-tyrosine was obtained from E. Merck. All other chemical reagents used in the synthesis were purchased from Sigma (Germany) and Aldrich (USA).

Chemistry

All new compounds were synthesized through condensation of 6-fluoroquinoline-2-carbaldehyde with appropriate phenylhydrazine hydrochloride. All synthesized imines were obtained applying a process like that used in a previous study (Shirinzadeh, 2020). Synthesized compounds were characterized base on ^{13}C NMR, ^{1}H NMR and mass spectra analyses.

General synthesis procedure of compounds 1a-s

6-fluoroquinoline-2-carbaldehyde (1 mmol) and 2,3-Dimethylphenyl hydrazine / 3,5-Dimethylphenyl hydrazine (1.2 mmol) in EtOH (10 mL) was heated for 30 min on the hot water bath in the presence of CH3COONa (0.4 g). On cooling, the precipitate was collected washed with cold EtOH and recristallized from EtOH to give **1a** compound with %95 Yield and **1b** compund with %92 Yield.

1a *compound:* Yield %95, m.p. 114-115 ºC; ^{1}H-NMR: δ 2.20 (s, 3H, CH3); 2.42 (s, 3H, CH3); 6.99 (d, 2H, Ar-H, J=4.4 Hz); 7.44 (m, 2H, Ar-H); 7.70-7.80 (m, 3H, Ar-H and HC=N); 8.00 (q, 1H, Ar-H, J=5 Hz); 8.30 (d, 1H, Ar-H, J=8.8 Hz); 14.35 (s, 1H, NH). ^{13}C-NMR: δ 17.35, 20.20, 111.36, 120.27, 120.52, 121.17, 121.93, 122.93, 126.99, 127.47, 127.91, 129.32, 130.16, 130.98, 136.53, 139.78, 142.55, 152.80, 158.63, 161.08. MSI MS m/z 294.4 (M+1, %100).

1b *compound:* Yield %92, m.p. 200-201 ºC; ^{1}H-NMR: δ 2.23 (s, 6H, CH3); 6.47 (s, 1H, Ar-H); 6.79 (s, 2H, Ar-H); 7.62 (t.d, 1H, ArH, Jt=8.8, Jd=2.4 Hz); 6.74 (dd, 2H Ar-H, Jd=9.6 and 2.8 Hz); 7.97 (s, 1H, NH), 7.97 (m, 1H, Ar-H); ,); 8.14 (d, 1H, Ar-H, J=8.4 Hz); 8.27 (d, 1H, Ar-H, J=9.2 Hz); 10.79 (s, 1H, NH). ^{13}C-NMR: δ 21.23, 110.36, 111.21, 118.10, 119.47, 121.74, 127.85, 131.06, 135.54, 13611, 138.29, 144.37, 144.67, 154.80, 158.26, 160.69. MSI MS m/z 294.4 (M+1, %100).

Experimental – Biochemical Activity

Purification of Carbonic Anhydrase Isoenzymes and Inhibition Studies

The whole purification procedure was performed according to our previous studies (Bayram, 2008; Burmaoglu, 2026; Caglar, 2016). The protein determinationin the effluents showing activity were evaluated spectrophotometrically at 595nm using the Bradford method (Bradford, 1976). CA isoenzymes activities were obtained in conforming to the procedure of Verpoorte et al (Verpoorte, 1967). The increase in absorbance of the reaction medium was

spectrophotometrically obtained at 348 nm. The esterase activity procedure was utilized for ascertaining the inhibition agents by CA activity (%) versus inhibitory concentration graphs were drawn. For the designation of the inhibition efficacy of each the quinoline derivative Schiff base compounds (1a and 1b) on both hCA isoenzymes, a percent activity versus inhibitör concentration graph was drawn. The IC50 values were obtained from these graphs. In this study, they were given graphs which are drawn for the compound showing the most effective inhibition (Fig. 2-7).

Molecular Docking Studies

Molecular docking studies show whether the molecule can bind to the targeted enzyme. With molecular docking, we can determine which groups in the structure of the molecule can bind to which amino acid the targeted enzyme can bind to. In this way, we can design more potent compounds based on the molecule that can bind to the targeted enzyme. hCAI and hCAII enzymes were downloaded from the protein data bank with PDB ID: 2FOY for hCAI and PDB ID:1IF7 for hCAII (https://www.rcsb.org/) (Xiang, 2014). Ions, water molecules, and ligands were removed from the downloaded proteins, and polar hydrogens and Gasteiger charges were added to the proteins. The proteins were saved in pdbqt format using AutoDockTools 1.5.6 (Huey, 2008). Ligands were drawn in ChemDraw3D 19.0, minimized, and saved in pdb format. After conversion to pdbqt format using AutoDockTools 1.5.6, molecular docking was carried out using the latest AutoDock Vina program (Trott, 2020). Open Babel GUI program was used to change the file formats of the obtained compounds. The results were displayed in 2D and 3D with the Discovery Studio 2025 Client program (Biovia, 2025).

Results

In recent years, research on the synthesis of carbonic anhydrase inhibitors (CAIs) and carbonic anhydrase activators (CAAs) has increased significantly. As a result, various enzyme inhibitors have been synthesized and employed as primary therapeutic agents, particularly for the treatment of glaucoma. Beyond glaucoma, CAIs are also used clinically as antitumor, analgesic, antiepileptic, antiulcer, diuretic, antibiotic, and neurological disorder medications (Verpoorte, 1967). In this study, two new compounds based on Schiff bases were synthesized, and their inhibitory effects on carbonic anhydrase enzymes were evaluated. Schiff bases and their derivatives have been widely studied and are known to exhibit a broad range of biological activities, including anticonvulsant (Supuran, 2001), antiproliferative (Kucukguzel, 2004), anticancer (Vicini, 2003), cytotoxic (Pignotello, 1924), antifungal, and other pharmacological effects (Tarafder, 2002). Here, we investigated the inhibitory potential of quinolne derived Schiff base compounds on CA I and II isoenzymes isolated from human erythrocytes.

As part of our ongoing research, two new quinoline-derived Schiff base compounds were synthesized to investigate their potential in vitro inhibitory effects on CA I and II enzymes. In our study, the inhibitory effects of the quinoline-derived Schiff base compounds were evaluated based on their IC_{50} values. IC_{50} values were determined by measuring the percent enzyme activity at various inhibitor concentrations while maintaining a constant substrate concentration. The concentration of inhibitor required to achieve 50% inhibition was then determined graphically. The IC_{50} values obtained for hCA I and hCA II are presented in (Table 1.) Although the synthesized compounds exhibited a weaker activity profile compared to the reference compound acetazolamide, they demonstrated an acceptable level of inhibitory activity against hCA I and II enzymes. (Fig 2-7.)

Table 1. IC_{50} and Ki values of hCA I and II with derivatives (1a-1b), AAZ as standard inhibitors.

Compounds	IC_{50} (µM)				K_i (µM)	
	hCA I	R^2	hCA II	R^2	hCA I	hCA II
1a	0.198	0.995	0.178	0.992	0.185 ± 0.004	0.157 ± 0.004
1b	0.197	0.994	0.189	0.991	0.191 ± 0.005	0.179 ± 0.007
Acetazolamide (AAZ)	0.066	0.997	0.042	0.998	0.049 ± 0.005	0.027 ± 0.003

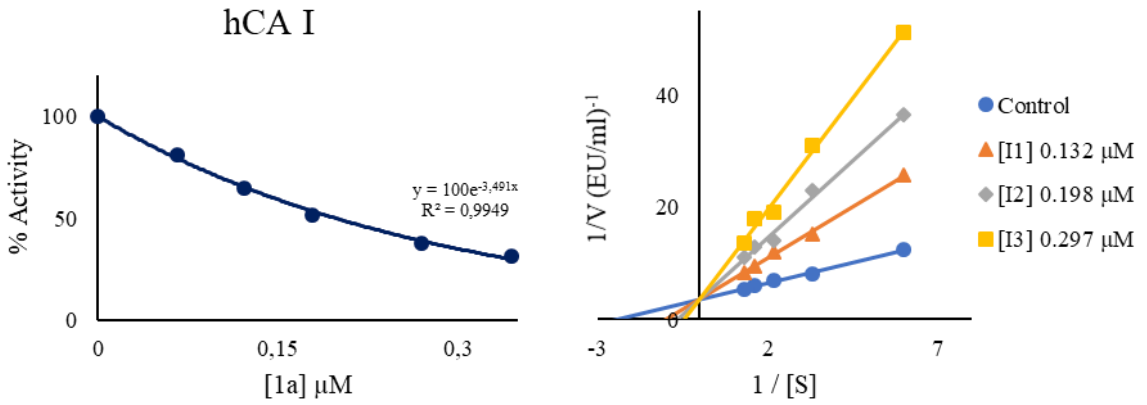


Figure 2. Determination of % Activity/[1a] curve and Lineweaver–Burk graphs for **1a** of hCA I isoenzyme.

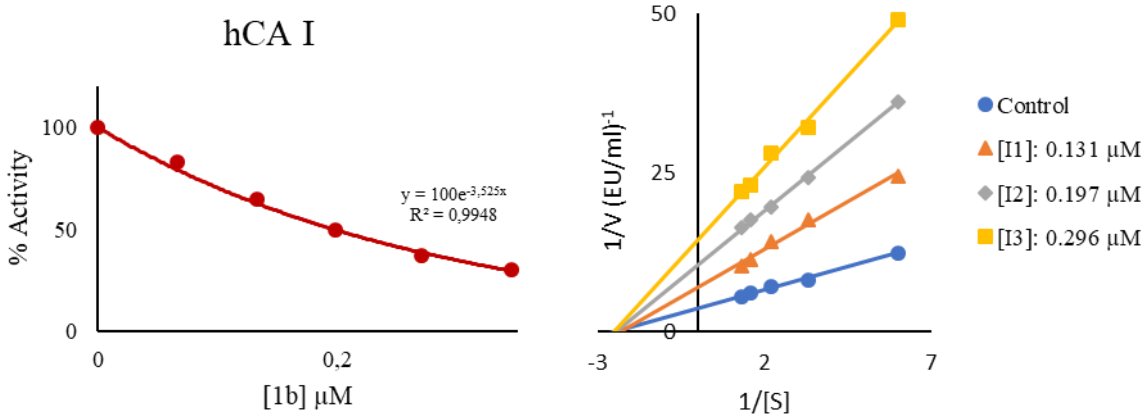


Figure 3. Determination of % Activity/[1b] curve and Lineweaver–Burk graphs for **1b** of hCA I isoenzyme.

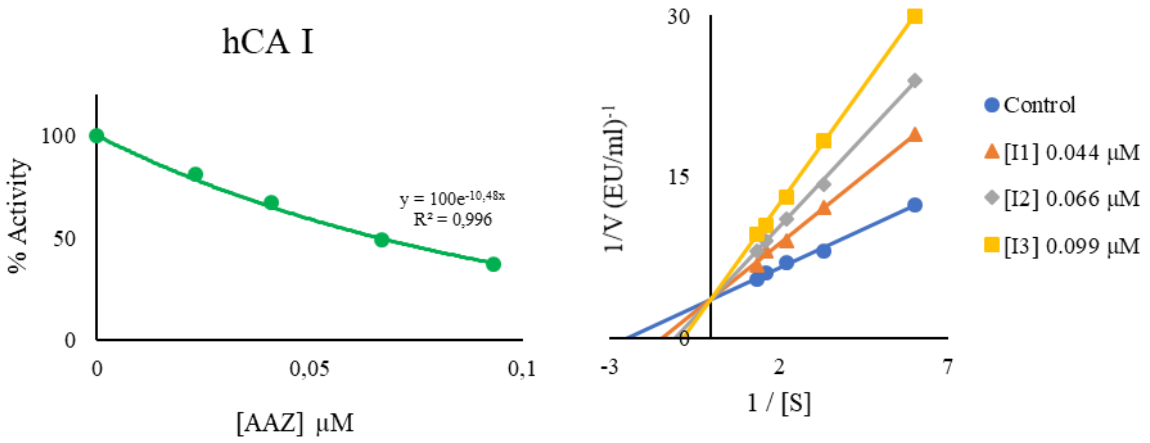


Figure 4. Determination of % Activity/[AAZ] curve and Lineweaver–Burk graphs for **AAZ** of hCA I isoenzyme.

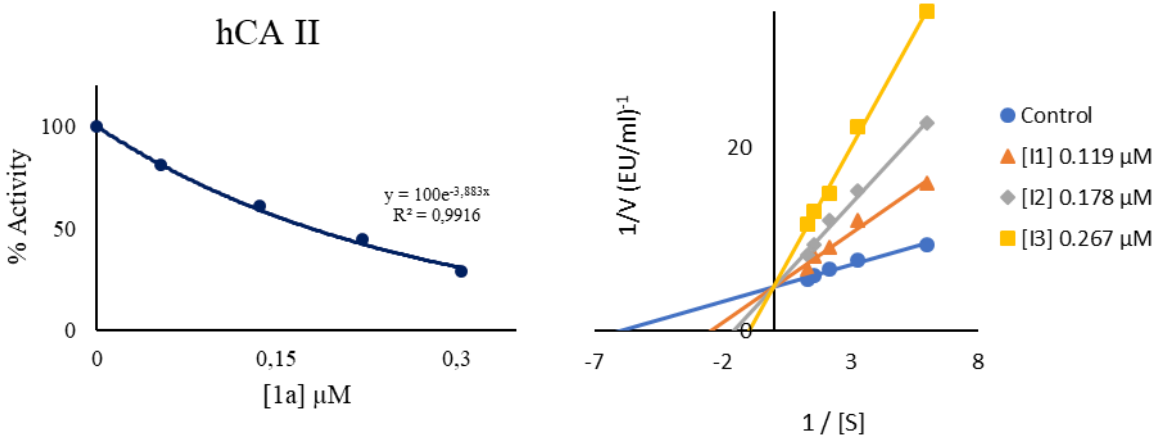


Figure 5. Determination of % Activity/[1a] curve and Lineweaver–Burk graphs for 1**a** of hCA II isoenzyme.

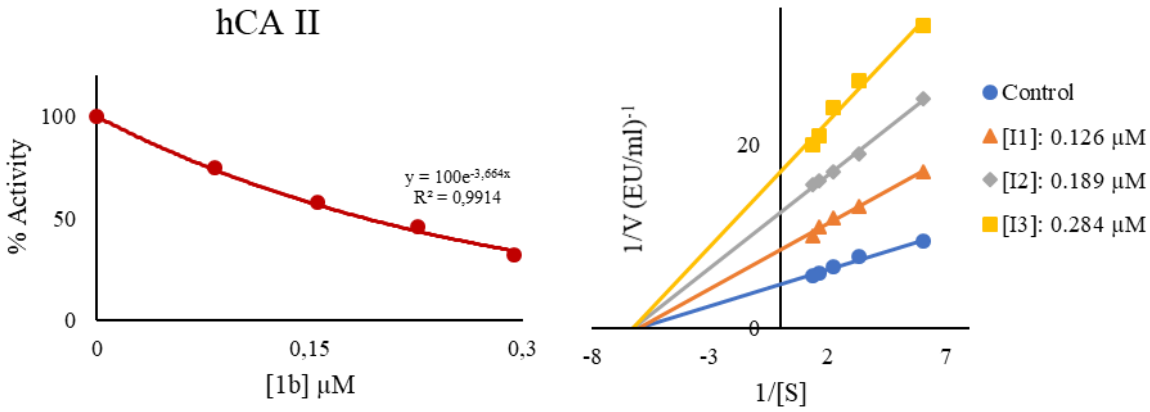


Figure 6. Determination of % Activity/[1b] curve and Lineweaver–Burk graphs for 1**b** of hCA II isoenzyme.

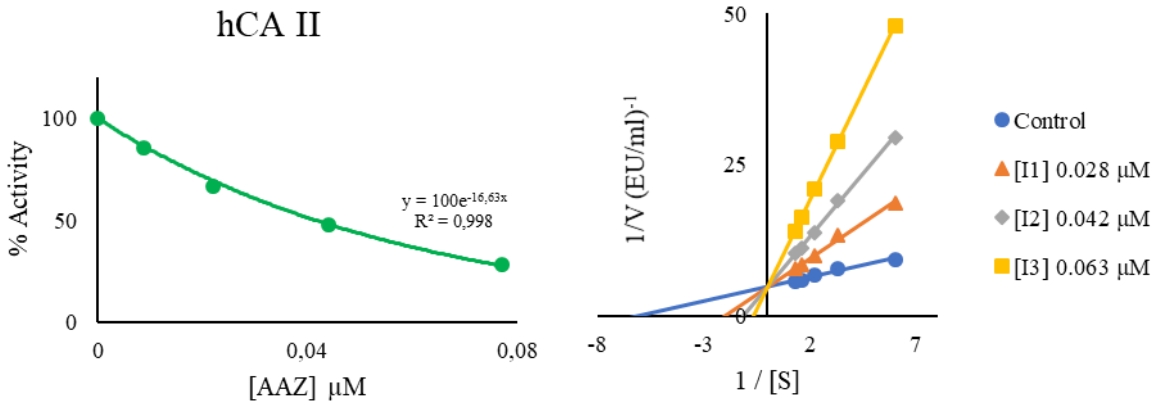


Figure 7. Determination of % Activity/[AAZ] curve and Lineweaver–Burk graphs for AAZ of hCA II isoenzyme.

Molecular Docking Studies

The docking process performed in a computer environment provides a three-dimensional prediction of the binding interaction that a protein can form with a ligand. This protein-ligand docking process allows for the in-silico analysis of drug design. As a result of our study, we observed that compounds 1a, 1b and AAZ bind to the hCAI and hCAII (Figure 8-13). Protein-ligand interactions and binding energies of the compounds were given in Table 2. In general, the protein-ligand interactions involved π interactions (π-sigma, π-alkyl, π-π, π-sulfur), conventional hydrogen bonds, and halogen bonds. The binding energies were observed to range between -7.2 and -8.2kcal/mol.

Table 2. Protein-ligand interactions and binding energies of compounds 1a,1b with hCAI and II

Compounds	Binding Energies (kcal/mol) for hCAI	Protein-ligand interactions for hCAI	Binding Energies (kcal/mol) for hCAII	Protein-ligand interactions for hCAII
1r	-7.2	TRP A:5, SER A:231, ASP A:8, VAL A:239, GLN A:242	-8.2	TRP A:5, ASP A:243, PHE A:231, GLU A:239, TYR A:7, HIS A:4, HIS A:64
1s	-7.3	TRP A:5, SER A:231, ASP A:8, VAL A:239, PRO A:210, HIS A:243	-8.2	HIS A:4, GLY A:63, PHE A:213, ASN A:11, GLU A:239TYR A:7, GLY A:8
AAZ	-5.7	LEU A:131, ALA A:121, HIS A:100, GLU A:92, HIS A:96, THR A:199, HIS A:94, HIS A:119	-6.1	PHE A:231, HIS A:4, LYS A:140, GLY A:63, TYR A:7, GLU A:239, ASN A:11

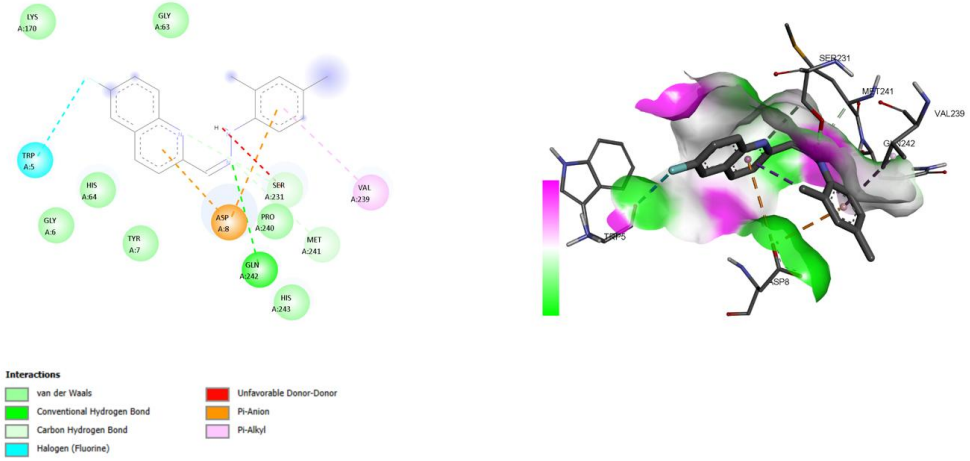


Figure 8. 2D and 3D interaction of the active site of the hCAI and the compound 1a

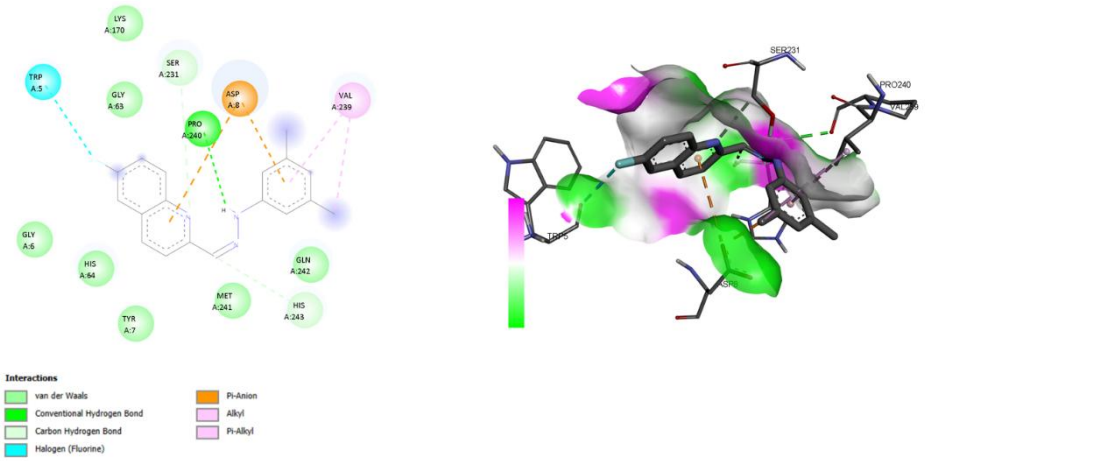


Figure 9. 2D and **3**D interaction of the active site of the **hCAI** and **t**he compound **1b**

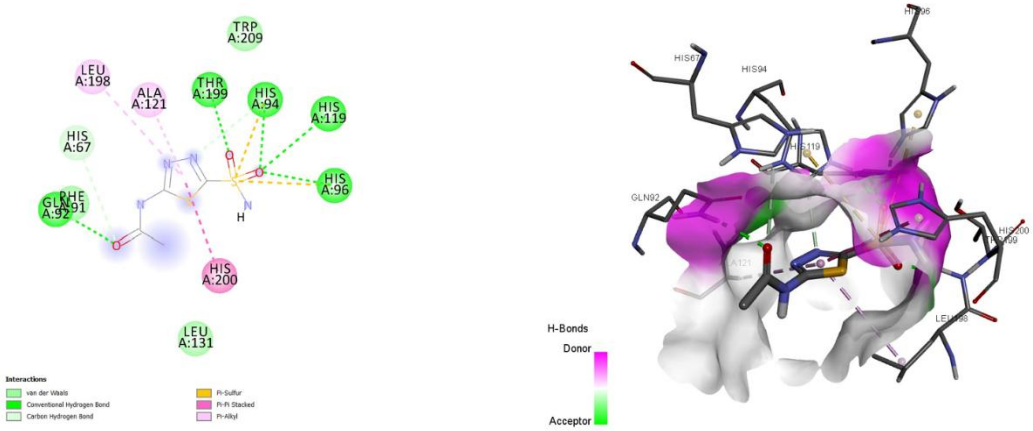


Figure 10. 2D and **3**D interaction of the active site of the **hCAI** and **t**he reference drug AAZ

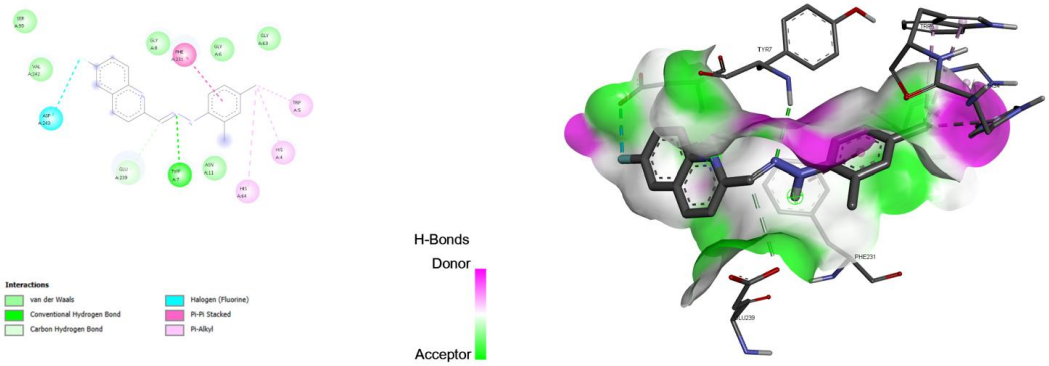


Figure 11. 2D and **3**D interaction of the active site of the **hCAII** and **t**he compound **1a**

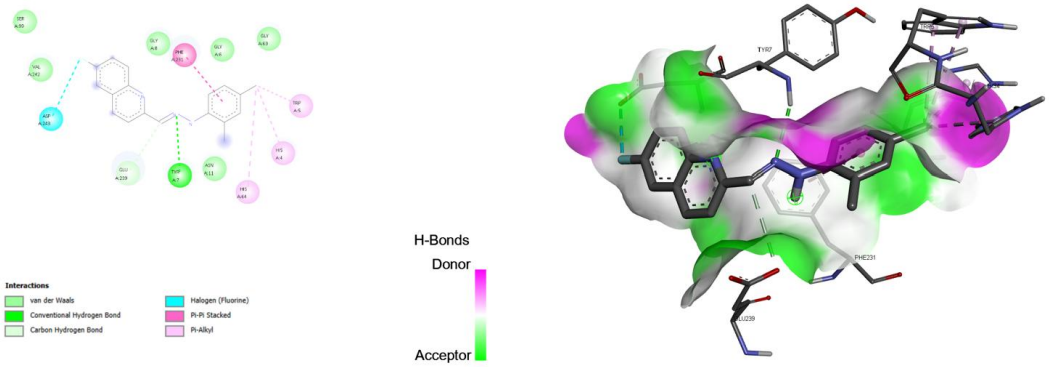


Figure 12. 2D and **3**D interaction of the active site of the **hCAII** and **t**he compound **1b**

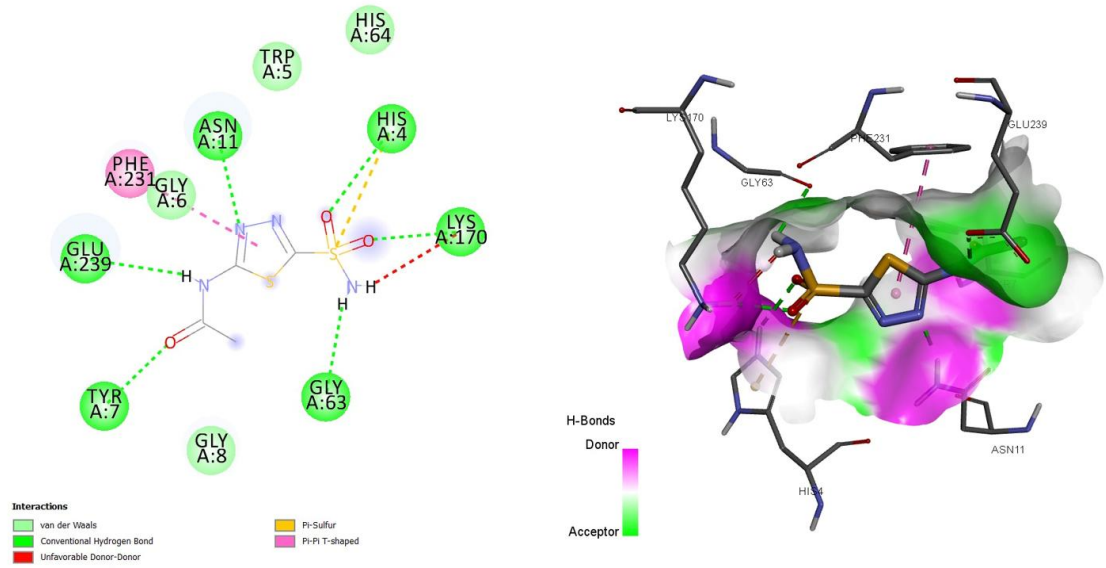


Figure 13. 2D and **3**D interaction of the active site of the **hCAII** and **t**he reference drug AAZ

Conclusions

Although the investigated compounds exhibited less effective inhibitory profiles compared to AZA, which is used as a standard drug, they achieved enzyme inhibition at acceptable concentrations. To achieve the goal of making a significant contribution to their potential use for therapeutic purposes and pharmacological applications, we are considering conducting further studies. While our results are promising, in order to obtain a perfect and reliable hCA I and II enzyme inhibitor, we plan to carry out advanced studies to elucidate the cytotoxicity and mechanism of action of these compounds.

Acknowledgement: This work was supported by the Scientific Research Council of Erzincan Binali Yildirim University (Project No: TSA-2020-668).

References

[1] Hassan M.I, Shajee, B, Waheed, A, Ahmad, F, Sly, W.S. (2013). Structure, function, and applications of carbonic anhydrase isozymes. *Bioorg. Med. Chem.* 21 (2013) 1570-1582.

[2] Supuran C.T. Vullo D, Manole G, Casini A, Scozzafava A. .(2004). Designing of novel carbonic anhydrase inhibitors and activators. Curr. *Med. Chem. Cardiovasc. Hematol. Agents*. 2: 49-68.

[3] Supuran C.T, Scozzafava A. (2007). Carbonic anhydrases as targets for medicinal chemistry. *Bioorg. Med. Chem.* 15: 4336-4350.

[4] Supuran C.T. (2008). Carbonic anhydrases: novel therapeutic applications for inhibitors and activators. *Nature Rev. Drug Discov.* 7: 168-181.

[5] A. Innocenti, D. Vullo, A. Scozzafava, C.T. 2008. Carbonic anhydrase inhibitors: interactions of phenols with the 12 catalytically active mammalian isoforms (CA I-XIV). *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 18:1583-1587.

[6] Sarikaya S.B.O. Topal F, Senturk M, Gulcin I, Supuran C.T. (2011). In vitro inhibition of α-carbonic anhydrase isozymes by some phenolic compounds. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 21: 4259-4262

[7] Nair S.K. Ludwig P.A. Christianson D.W. (1994). Two-site binding of phenol in the active site of human carbonic anhydrase II: structural implications for substrate association. *J. Am. Chem. Soc.* 116: 3659.

[8] Casey J.R. (2006). Why bicarbonate? Biochem. *Cell Biol.* 84: 930-939.

[9] Özbey F. Taslimi P, Gulcin I, Maraş A, Goksu S, Supuran C. T. (2016). Synthesis of diaryl ethers with acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase and carbonic anhydrase inhibitory actions. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 31: 79.

[10] Garibov E. Taslimi P, Sujayev , Bingöl, Z, Çetinkaya S, Gulcin I, Beydemir S, Farzaliyev V, Alwasel S.H. Supuran C.T. (2016). Synthesis of 4,5-disubstituted-2-thioxo-1,2,3,4-tetrahydropyrimidines and investigatin of their acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, carbonic anhydrase I/II inhibitory and antioxidant activities. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 31(S3): 1–9.

[11] Ekinci D, Beydemir S, Kufrevioglu O.I. (2007). In vitro inhibitory effects of some heavy metals on human erythrocyte carbonic anhydrases. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 22 :745-750.

[12]Thiry A, Dogne J.M. Supuran C.T. Masereel B. (2007). Carbonic anhydrase inhibitors as anticonvulsant agents. *Curr. Top. Med. Chem.* 7: 855-864.

[13] Innocenti A, Hilvo M, Scozzafava A, Parkkila S, Supuran C.T. (2008). Supuran, Carbonic anhydrase inhibitors: Inhibition of the new membrane-associated isoform XV with phenols. Bioorg. Med. Chem. Lett.,18 : 3593-3596.

[14] Aslan H.E. DemirY, Özaslan V. Türkan F, Beydemir S, Küfrevioğlu Ö.I. (2018). The behavior of some chalcones on acetylcholinesterase and carbonic anhydrase activity. *Drug and Chemical Toxicology.* 1-7. 10.1080/01480545.2018.1463242

[15] Yiğit B, Yiğit M, Taslimi P, Gök Y, Gülçin I. (2018). Schiff bases and their amines: Synthesis and discovery of carbonic anhydrase and acetylcholinesterase enzymes inhibitors. *Arch Pharm.* 351 (9) (2018) 1-9.

[16] Taslimi p, Sujayev a, Turkan f, Garibov e, Huyut Z, Farzaliyev V, Mamedova S, Gulçin I. (2018). Synthesis and investigation of the conversion reactions of pyrimidine-thiones with nucleophilic reagent and evaluation of their acetylcholinesterase, carbonic anhydrase inhibition, and antioxidant activities. *J BiochemMol Toxicol.* 32 : e220

[17] Taslimi P, Osmanova S, Gulçin I, Sardarova S, Farzaliyev V, Sujayev A, Kaya R, Koc F, Beydemir S, Alwasel S.H, Kufrevioglu O.I. (2017). Discovery of potent carbonic anhydrase, acetylcholinesterase, and butyrylcholinesterase enzymes inhibitors: The new amides and thiazolidine-4-ones synthesized on an acetophenone base. *J BiochemMol Toxicol.* 31(9) e21931.

[18] Supuran C.T. (2008). Diuretics: from classical carbonic anhydrase inhibitors to novel applications of the sulfonamides. *Curr. Pharm. Des.* 14: 641-648.

[19] Alim Z. (2018). 1H-indazole molecules reduced the activity of human erythrocytes carbonic anhydrase I and II isoenzymes. *J BiochemMol Toxicol.* 32:e22194.

[20] Timur I, Kocyigit U.M. Dastan T, Sanda S, Ceribası A.O. Taslimi P, Gulcin I, Koparir M, Karatepe M, Çiftçi M. (2019). In vitro cytotoxic and in vivo antitumoral activities of some aminomethyl derivatives of 2,4-dihydro-3H-1,2,4-triazole-3-thiones-Evaluation of their acetylcholinesterase and carbonic anhydrase enzymes inhibition profiles. *J Biochem Mol Toxicol.* 33 : e22239.

[21] Supuran C.T. Scozzafava A. (2007). Carbonic anhydrases as targets for medicinal chemistry. Bioorg. Med. Chem., 15 : 4336-4350.

[22] Sly W.S, Hu P.Y. (1995). Human carbonic anhydrases and carbonic anhydrase deficiencies. *Annu. Rev. Biochem.* 64 : 375-401.

[23] Ozensoy O, Arslan O, Sinan S.O. (2004). A new method for purification of carbonic anhydrase isozymes by affinity chromatography. *Biochemistr.* 69 : 216-219.

[24] Pastorekova P, Parkkila S, Pastorek J, Supuran C.T. (2004). Carbonic anhydrases: current state of the art, therapeutic applications and future prospects. J. Enzyme Inhib. *Med. Chem.* 19 : 199-229.

[25] Bayram E, Senturk E, Kufrevioglu O.I. Supuran C.T. (2008). In vitro inhibition of salicylic acid derivatives on human cytosolic carbonic anhydrase isozymes I and II. Bioorg. *Med. Chem.*6 :9101-9105.

[26] Burmaoğlu S, Dilek E, Yılmaz A.O, Supuran C.T. (2016). Synthesis of two phloroglucinol derivatives with cinnamyl moieties as inhibitors of the carbonic anhydrase isozymes I and II: an in vitro study. J. Enzyme Inhib. *Med. Chem.*13: 1-5.

[27] Caglar S, Dilek E, Caglar B, Adigüzel E, Temel E, Buyukgungor O. (2016). New metal complexes with diclofenac containing 2-pyridineethanol or 2-pyridinepropanol: synthesis,

structural, spectroscopic, thermalproperties, catechol oxidase and carbonic anhydrase activities. *J. Coord. Chem.* 69 : 3321-3335.

[28] Suzen s, Tekiner-Gulbas B, Shirinzadeh H, Uslu D, Gurer-Orhan H, Gumustas M, Ozkan S.A. (2012). Antioxidant activity of indole-based melatonin analogues in erythrocytes and their voltammetric characterization. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*. 28(6): 1143–1155.

[29] Shirinzadeh H, Neuhaus E, Ince Erguc E, Tascioglu Aliyev A, Gurer- Orhan H, Suzen, S. (2020). New indole-7-aldehyde derivatives as melatonin analogues; synthesis and screening their antioxidant and anticancer potential. *Bioorganic Chemistry, 104*, 104219. https://doi. org/10.1016/j.bioorg.2020.104219

[30] Bradford M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72 : 248.

[31] Verpoorte J.A, Mehta S, Edsall J.T. (1967). Esterase activities of human carbonic anhydrases B and C. *J. Biol. Chem.* 242: 4221.

[32] Xiang F, Xiang J, Fang Y, Zhang M, Li M. (2014). Discovering isozyme-selective inhibitor scaffolds of human carbonic anhydrases using structural alignment and de novo drug design approaches. *Chem Biol Drug Des*, *83*(2), 247-258. https://doi.org/10.1111/cbdd.12234.

[33] Huey R, Morris G.M. (2008) Using AutoDock 4 with AutoDocktools: a tutorial. *The Scripps Research Institute.* USA. 54-56.

[34] Trott O, Olson A.J. (2010) AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *J Comput Chem.* 31(2): 455-461. https://doi.org/10.1002/jcc.21334

[35] Biovia D.S. (2025). Discovery studio visualizer. *San Diego, CA, USA.* 936.

[36] Supuran C. T. Scozzafava A. (2001). Carbonic Anhydrase Inhibitors. *Curr. Med. Chem.* 1: 61-97.

[37] Kucukguzel I, Kucukguzel S.G. Rollas S, Sanis G.O, Ozdemir O, Bayrak I, Altug T, Stables J.P. (2004). Synthesis of some 3-(arylalkylthio)-4-alkyl/aryl-5-(4-aminophenyl)-4H-1,2,4- triazole derivatives and their anticonvulsant activity. *Farmaco.* 59(11) : 893-901.

[38] Vicini P, Geronikaki A, Incerti M, Busonera B, Poni G, Kabras C.A, Colla P.L. (2003). Synthesis and biological evaluation of benzo[d] isothiazole, benzothiazole and thiazole Schiff bases. *Bioorg. Med. Chem.* 3;11(22): 4785-9.

[39] Pignatello R, Panico A, Mazzane P, Pinizzotto M.R, Garozzo A, Fumeri P.M. (1994). Schiff bases of N-hydroxy-N′-aminoguanidines as antiviral, antibacterial and anticancer agents. *Eur. J. Med. Chem* .29(10) : 781-785.

[40] Tarafder M.T, Kasbollah A, Saravan N, Crouse K.A. Ali A.M, Tin O.K. (2002). Smethyldithiocarbazate and its Schiff bases: evaluation of bondings and biological properties. *J. Biochem. Mol. Biol. Biophys.* 6(2) : 85-91.

HÜNNAP (ZİZİPHUS JUJUBA MİLL.) TOZUNUN FİZİKSEL, KİMYASAL VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF PHYSICAL, CHEMICAL, AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF JUJUBE (ZIZIPHUS JUJUBA MILL.) POWDER

Dr. Öğretim Üyesi Sultan ACUN

Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu

ORCID NO: 0000-0003-1954-6102

Ziraat Mühendisi Ferya KIRAN

Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

ORCID NO: 0009-0008-1049-9833

Özet

Hünnap (*Ziziphus jujuba Mill.)* meyvesi, zengin besin içeriği, yüksek fenolik bileşik düzeyi ve geleneksel tıptaki kullanımıyla fonksiyonel gıda bileşeni olma potansiyeli taşıyan değerli bir meyvedir. Bu çalışmada, Amasya yöresinden temin edilen hünnap meyveleri düşük sıcaklıkta kurutularak toz formuna dönüştürülmüş; elde edilen tozun fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri değerlendirilmiştir.

Hünnap tozunun toplam fenolik madde içeriği 10.43 mg GAE/g olarak belirlenmiş, bu yönüyle antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu görülmüştür. Su tutma kapasitesi (0.60 g su/g toz) ve yağ tutma kapasitesi (0.22 g yağ/g toz) gibi fonksiyonel parametreler, ürünün unlu mamuller ve fonksiyonel gıdalarda stabiliteyi artırıcı katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Ayrıca, Carr indeksi (%15.48) ve Hausner oranı (1.18) değerleri, hünnap tozunun endüstriyel kullanıma uygun orta düzeyde akışkanlık özelliğine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Renk analizinde elde edilen L değeri (68.37)* ve Hue açısı (64.86°) ise ürünün orta-yüksek parlaklıkta, kırmızı-sarı tonlarında ve tüketici kabulü açısından olumlu bir görsel nitelikte olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, hünnap tozu; yüksek antioksidan içeriği, düşük nem düzeyi ve fonksiyonel özellikleriyle doğal bir katkı maddesi olarak gıda endüstrisinde değerlendirilebilir niteliktedir. Bu yönleriyle, hem ürün kalitesini artırmak hem de sağlık açısından fonksiyonel katkı sağlamak amacıyla çeşitli gıda formülasyonlarında kullanım potansiyeli taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hünnap tozu, fenolik bileşikler, antioksidan aktivite, fonksiyonel gıda, fiziksel özellikler

ABSTRACT

Jujube (*Ziziphus jujuba Mill.*) is a valuable fruit known for its rich nutritional composition, high phenolic content, and traditional use in medicine. In this study, fresh jujube fruits sourced from the Amasya region were dried at low temperature and ground into powder. The physical, chemical, and functional properties of the resulting jujube powder were analyzed.

The total phenolic content of the jujube powder was found to be 10.43 mg GAE/g, indicating strong antioxidant potential. The water holding capacity (0.60 g water/g powder) and oil

holding capacity (0.22 g oil/g powder) suggest that the powder can contribute to texture and stability in bakery and functional food applications. Flowability parameters such as Carr index (15.48%) and Hausner ratio (1.18) indicate moderate flow characteristics, suitable for industrial use. In terms of color, L value (68.37)* and hue angle (64.86°) showed that the powder possesses a moderately bright and appealing red-yellow tone, which may be advantageous in product formulation.

In conclusion, jujube powder demonstrates favorable characteristics such as low moisture content, high phenolic levels, and useful functional properties, supporting its potential as a natural ingredient in various food products. Its nutritional and technological advantages make it a promising component for the development of health-oriented functional foods.

Keywords: Jujube powder, phenolic compounds, antioxidant activity, functional food, physical properties

GİRİŞ

Hünnap (*Ziziphus jujuba Mill.), Rhamnaceae* familyasına ait bir meyve türüdür. Hünnap Çin kökenli olup hem de dünya üretiminin %90'ından fazlasını gerçekleştiren ana üretim bölgesidir. Hünnap çin de yaklaşık 700 çeşidi bulunmaktadır (Lu ve ark. 2021). Hünnap Çin'den; Hindistan, Rusya, Orta Doğu ve Anadolu gibi dünya üzerinde doğal olarak yayılmıştır. Hünnap kültürel farklılık sayesinde çeşitli isimler (Çin hünnabı, Çin hurması, Azufaifo, Unnab ve Annap gibi) ile anılmıştır (Tepe ve ark. 2022).

Hünnap meyvesi eski çağlardan itibaren Çin tıbbında kullanılmıştır. Hünnap meyvesi besinsel olarak zengin bileşimlere sahiptir. Hünnap; %55-85 karbonhidrat, %25-30 su, %2.9-6.6 ham protein, %2.4-8.4 ham lif, %0.4-1.0 ham yağ oranlarının yanı sıra çeşitli vitamin ve mineralleri de içerir. (Chiti ve ark. 2019; Chen ve Tsim2020 ;Ji ve ark.2021). Hünnap meyvesi, fonksiyonel gıdalar arasında yer alma potansiyelini, içerdiği 33 farklı yağ asidiyle desteklemektedir. Hünnap, diyet lifi açısından da iyi bir kaynak olup, sindirim sisteminin düzenlenmesine katkı sağlamakta ve tokluk hissini artırarak metabolik sağlık üzerinde olumlu etkiler göstermektedir (Elmas ve ark.2019). Hünnap, yağ asidi profili açısından zengin bir meyvedir. Hünnap, özellikle oleik ve linoleik asitlerin yanı sıra palmitik ve palmitoleik asitler açısından zengindir. Doymamış yağ asitlerinin yüksek oranlarda bulunması, hünnap meyvesinin beslenme açısından önemli bir katkı sunmasını sağlamaktadır (Korkut ve ark., 2022). Hünnap meyvesindeki polisakkaritler, flavonoidler, saponinler ve siklik nükleotidler gibi fonksiyonel bileşenler, anti-inflamatuar, anti-kanser, antioksidan, kan yapıcı, sinir sistemi destekleyici ve bağırsak florasını düzenleyici biyolojik aktivitelere sahiptir (Chiti ve ark2019; Chen ve Tsim2020 ;Ji ve ark.2021; Falciano ve ark.2022).

Hünnap, yüksek besin değeri ve sağlık için faydalı meyveler sadece taze olarak değil, kurutulup toz haline getirilerek de kullanılabilmektedir. Geleneksel kurutma, sprey kurutma ve mikrodalga ile kurutma gibi çeşitli yöntemler ile kurutulmaktadır (Fang ve ark. 2009; Chen ve ark.2014; Elmas ve ark.2019). Kurutma işlemi, meyvenin içindeki su miktarını azaltarak mikrobiyal bozulmasını önler ve raf ömrünü uzattığını belirtmiştir. Hünnap meyvesi doğru sıcaklık ve süre seçildiğinde, özellikle C vitamini ve fenolik bileşikler gibi faydalı maddeler korunmaktadır(Fang ve ark. 2009; Elmas ve ark.2019; Falciano ve ark.2022). Hünnap tozu, besin takviyesi olarak veya içecek, tatlı, unlu mamuller gibi farklı gıda ürünlerine katkı maddesi olarak kullanılabilir (Chen ve ark.2014) böylece hem besin değerini artırmakta hem de antioksidan kapasiteyi güçlendirmektedir (Falciano ve ark.2022). Hünnap tozu hem sağlıklı hem de fonksiyonel özelliklere sahip ürünlerin geliştirilmesinde önemli bir katkı sağlamaktadır.

Günümüzde, hünnap meyvesinin geleneksel kullanımlarının yanı sıra sağlığı destekleyici etkileri üzerine yürütülen modern çalışmalar da artış göstermektedir. Bu çalışmada, hünnap meyvesinden elde edilen tozun fiziksel, kimyasal ve renk özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, hünnap tozunun fonksiyonel gıda üretiminde kullanım potansiyelinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

MATERYA – METOD

Materyal

Hünnap (Ziziphus jujuba Mill.) meyvesi, Amasya ilinde faaliyet gösteren yerel bir manavdan taze olarak temin edilmiştir. Hünnap meyveleri, yaprak, sap gibi fiziksel yabancı materyallerden arındırılmıştır. Ardından yüzeyde bulunan kir ve toz kalıntılarını gidermek amacıyla saf su ile yıkanarak temizlenmiştir. Hünnap meyvelerinin yıkama işlemi sonrasında, meyvelerin yüzeyindeki fazla nem pamuklu bir bez yardımıyla alınmıştır.

Hünnap meyveleri eşit parçalara ayrıldıktan sonra, 40 °C sıcaklıktaki etüvde(NÜVE N500) %10'un altına düşecek şekilde yaklaşık 48 saat kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonrasında meyveler öğütülerek (kiwi 4812) toz haline getirilmiştir. Elde edilen hünnap tozu, hava ile temas etmeyecek şekilde polietilen ambalajlarda muhafaza edilmiştir.

Metod

Fiziksel analizler

Hünnap tozunun su tutma kapasitesini (WHC) belirlemek amacıyla yaklaşık 0,5 gram iki ayrı numune tartılmıştır. Her bir numune, ağırlığının 10 katı kadar distile su ile karıştırılmış ve bu karışımlar 15 saniyelik periyotlarla, 5 dakikalık aralıklarla toplam 6 kez vortex cihazında (Velp ZX3, İtalya) karıştırılmıştır. Ardından örnekler, 10 °C sıcaklıkta ve 3500 rpm'de 30 dakika boyunca santrifüjlenmiştir (Hermle Z206a, Almanya). Santrifüj sonrası ayrılan süpernatant atılmış ve geriye kalan tortu tartılarak WHC değeri hesaplanmıştır (Acun ve ark. 2025).

Yağ tutma kapasitesinin (OHC) belirlenmesinde ise 0,5 gramlık numuneye 5 mL ayçiçek yağı ilave edilmiştir. Karışım 30 saniye boyunca vortexlenmiş, daha sonra oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiştir. WHC yöntemine benzer şekilde santrifüjleme işlemi uygulanmış, süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra kalan kalıntı tartılmış ve OHC hesaplanmıştır (Acun ve ark. 2025).

Hünnap tozunun yığın ve sıkıştırılmış yoğunluğu Acun (2021)'e göre belirlenmiştir. Hünnap tozundan 1 g numune 10 mL'lik mezüre konularak hacmi ölçülmüş, bu değerle yığın yoğunluğu hesaplanmıştır. Mezürdeki hünnap tozu 180 kez el çırpma hareketiyle çalkalanmış ve sıkışan hacim ölçülerek sıkıştırılmış yoğunluk bulunmuştur.

Bu iki parametreden yola çıkarak Carr indeksi ve Hausner oranı hesaplanmıştır. Tozun akışkanlığını gösteren bu değerlerde, Carr indeksinin %10'dan küçük ve Hausner oranının 1.00–1.11 aralığında olması mükemmel akışkanlık olarak kabul edilir (Acun ve ark. 2025).

Hünnap tozunun renk parametrelerini belirlemek amacıyla PCE CSM5 (USA) model renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Renk analizinde, L* değeri numunenin açıklık veya koyuluk düzeyini, a* değeri kırmızı-yeşil eksenindeki renk değişimini, b* değeri ise sarı-mavi eksenindeki değişimi ifade etmektedir (Ataman ve Gül, 2020).

Hünnap tozu örneklerinde renk doygunluk indeksi (Chroma) ve renk tonu (Hue açısı) değerleri de PCE CSM5 (USA) model renk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Chroma, rengin canlılığını ve doygunluğunu belirtirken; Hue açısı, rengin temel tonunu göstermektedir (Acun ve ark., 2025).

Kimyasal analizler

Hünnap tozundaki nem miktarını belirlemek için standart bir laboratuvar yöntemi **(AACC 44-01.01, 2000)** yapılmıştır. Hünnap tozu örnekleri 105 °C sıcaklıktaki etüvde (Nuve FN 120, Türkiye) 4 saat boyunca kurutulmuş ve oluşan ağırlık kaybına göre nem oranı belirlenmiştir (Acun ve ark., 2025).

Hünnap tozunun kül miktarını belirlemek için AACC 08-01.01 yöntemine göre analiz yapılmıştır. Örnekler 600 °C'de 10 saat boyunca yüksek sıcaklıkta yakılmış ve sonunda geriye kalan kül miktarı yüzde olarak ifade edilmiştir (Acun ve ark., 2025).

Hünnap tozunun toplam diyet lif (TDF) içeriği, AACC 32.07.01 (2000) yöntemine göre belirlenmiştir. Hünnap tozu yağdan arındırılarak ısıya dayanıklı alfa-amilaz enzimi ile 100 °C'de, pH 6,0'da 30 dakika boyunca jelatinize edilmiştir. Ardından, proteinlerin parçalanması amacıyla 60 °C'de, pH 7,5'te 30 dakika süreyle proteaz enzimi ile inkübasyon uygulanmıştır. Daha sonra, nişastanın tamamlanması amacıyla amiloglukozidaz enzimi ile 60 °C'de, pH 4,5 koşullarında 30 dakika daha inkübe edilmiştir. Enzimatik işlemlerden sonra numuneler filtrelenmiş ve kalan kalıntılar sırasıyla %78 etanol, %95 etanol ve aseton ile yıkanmıştır. Son olarak kalıntılar kurutulup tartılmış ve çözünür ve çözünmeyen diyet lif miktarları hesaplanmıştır. Toplam lif içeriği bu kalıntılar üzerinden yüzde olarak belirlenmiştir (Acun ve ark., 2025).

Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Analizi

Hünnap tozundan fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için metanol çözücü olarak kullanılmıştır. Hünnap tozundan 0,5 g tartılıp üzerine 50 mL metanol eklenerek 50 °C'de 90 dakika ultrasonik su banyosunda işlem görmüştür. Sonrasında 2000 rpm'de santrifüj edilerek süpernatant elde edilmiştir (Acun ve ark., 2025).

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu renk geliştirme yöntemi ile yapılmıştır. Fenolik ekstraksiyondan 0,5 mL özüt ile 0,5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi karıştırılıp 3 dakika karanlıkta inkübe edilmiş, ardından 10 mL Na_2CO_3 çözeltisi (75 g/L) eklenerek 1 saat bekletilmiştir. Absorbans 750 nm'de ölçülmüş ve sonuçlar gallik asit standart eğrisi ile mg GAE/100 g özüt olarak hesaplanmıştır. Ölçümler üç paralel tekrardan ortalanmıştır (Acun ve ark., 2025).

Antioksidan aktivite ise 200 µL ekstrakta 3,8 mL DPPH çözeltisi eklenmiş, 1 saat karanlıkta bekletildikten sonra absorbans 515 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar % DPPH radikal giderme kapasitesi olarak hesaplanmıştır (Acun ve ark., 2025).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hünnap Tozunun Fiziksel Özellikleri

Hünnap tozuna ait analizler Tablo 1 'de verilmiştir. Hünnap tozuna ait fiziksel analizler; su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, yığın yoğunluğu, sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, carr ve housner gibi parametreler incelenmiştir.

Hünnap tozunun su tutma kapasitesi (STK) ortalama 0,5987 g su/g toz, yağ tutma kapasitesi (YTK) ise 0,2192 g yağ/g toz olarak belirlenmiştir. Su tutma kapasitesi, gıda tozlarının fonksiyonel özelliklerinden biri olup, ürünün tekstürel özellikleri ve stabilitesi üzerinde etkilidir. su tutma kapasitesi özellikle unlu mamullerde nem tutma ve tazeliği koruma açısından önemlidir (Elmas ve ark.,2019). Chiti ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, iki farklı İran hünnap çeşidinin su tutma kapasitesi 1.85-2.34 g su/g kuru madde arasında rapor edilmiştir. Djilali ve ark. (2020) ise hünnap tozunun su tutma kapasitesinin 1.2-2.8 g su/g kuru madde arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen daha düşük değer, kullanılan hünnap

çeşidi, yetiştirme koşulları, hasat zamanı, kurutma yöntemi ve öğütme derecesi gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Su tutma kapasitesi, hünnap tozunun diyet lif içeriği ve kimyasal kompozisyonu ile doğrudan ilişkilidir. Ji ve ark. (2021), hünnap meyvesindeki polisakkaritlerin yapısal karakterizasyonunu incelemiş ve bu polisakkaritlerin su tutma kapasitesini etkilediğini bildirmiştir. Falciano ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada ise, hünnap tozu ile zenginleştirilmiş pizza hamurunda, hünnap tozunun su tutma kapasitesinin hamur reolojisi ve pişirme özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve hünnap tozunun hamur yapısını güçlendirdiği ve nem kaybını azalttığı bildirilmiştir.

Yağ tutma kapasitesi, gıda tozlarının emülsiyon oluşturma ve stabilize etme yeteneklerini etkileyen önemli bir parametredir. Yağ tutma kapasitesi ,özellikle et ürünleri, soslar ve salata sosları gibi yağlı gıda formülasyonlarında önemlidir (Korkut ve ark., 2022). Elde edilen değerler, literatürde rapor edilen bazı değerlerden düşüktür. Tepe ve ark. (2022) ise farklı kurutma yöntemleriyle elde edilen hünnap tozlarının yağ tutma kapasitesinin 0.6-1.4g yağ/g kuru madde arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen daha düşük yağ tutma kapasitesi, hünnap tozunun partikül boyutu, yüzey alanı ve hidrofobik bileşen içeriği ile ilişkilendirilebilir. Chen ve ark. (2014), püskürtmeli kurutma yöntemiyle elde edilen hünnap tozunun yağ tutma kapasitesinin, partikül boyutu küçüldükçe azaldığını bildirmiştir.

Hünnap tozunun yığın yoğunluğu ortalama 3.444 g/mL, sıkıştırılmış yığın yoğunluğu ise 2.910 g/mL olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Bu değerlerden hesaplanan Carr indeksi %15.48 ve Hausner oranı 1.18 olarak bulunmuştur. Carr indeksi ve Hausner oranı, tozların akışkanlık özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerdir. Carr indeksinin %15-20 arasında ve Hausner oranının 1.12-1.25 arasında olması, tozun orta derecede akışkan olduğunu göstermektedir (Elmas ve ark., 2019).

Elde edilen yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri, literatürde rapor edilen değerlerden yüksektir. Chen ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, püskürtmeli kurutma yöntemiyle elde edilen hünnap tozunun yığın yoğunluğu 0.48-0.56 g/mL arasında rapor edilmiştir. Fang ve ark. (2009) ise sıcak hava ile kurutulmuş hünnap tozunun yığın yoğunluğunun 0.52-0.68 g/mL arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen yüksek yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri, hünnap tozunun partikül boyutu, nem içeriği ve yüzey özellikleri ile ilişkilendirilebilir. Farahani ve ark. (2024), hünnap tozunun yığın yoğunluğunun, partikül boyutu küçüldükçe arttığını belirtmiştir. Elmas ve ark.(2019) tarafından yapılan çalışmada, hünnap tozunun nem içeriği arttıkça yığın yoğunluğunun da arttığı rapor edilmiştir.

Carr indeksi ve Hausner oranı değerleri, hünnap tozunun orta derecede akışkan olduğunu göstermektedir. Bu durum, hünnap tozunun gıda endüstrisinde kullanım için uygun olduğunu göstergesidir. Falciano ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, hünnap tozu eklenen pizza hamurunda, tozun akışkanlık özelliklerinin hamurun kıvamı üzerinde etkili olduğu görülmüş ve hamur yapısını güçlendirdiği belirlenmiştir.

Tablo 1. Hünnap tozunun bazı fiziksel özellikleri

Özellik	Değer
Su Tutma	0.60±0.03
Yağ Tutma	0.22±0.01
Yığın Yoğun	3.44±0.05
Sıkıştırılmış Yığın Yoğun	2.91±0.01
Carr	15.48±1.19
Housner	1.18±0.02

Hünnap tozunun renk özellikleri PCE CSM5 (USA) model renk ölçüm cihazı ile belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Renk parametrelerinden L* değeri (parlaklık) ortalama 68.37 ± 1.75, a* değeri (kırmızılık) 15.56 ± 0.05 ve b* değeri (sarılık) 33.24 ± 2.35 olarak bulunmuştur. Hue açısının (H°) değeri 64.86 ± 1.55 ve croma (C*) değeri 36.71 ± 2.14 olarak hesaplanmıştır. L* değeri, hünnap tozunun parlaklığını göstermekte olup 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişmektedir. L değeri (68.37), hünnap tozunun orta-yüksek parlaklığa sahip olduğunu göstermektedir. Zhou ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, farklı olgunluk aşamalarındaki hünnap meyvelerinin L* değerlerinin 58.2-72.6 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Elmas ve ark. (2019) ise sıcak hava ile kurutulmuş hünnap tozunun L* değerini 70.12 olarak bildirmiştir, bu da çalışmamızdaki değere yakındır değerdir. Kurutma sıcaklığı ve süresi, L* değerini etkileyebilmektedir. Fang ve ark. (2009), kurutma sıcaklığının artmasıyla L* değerinin azaldığını, hünnabın daha koyu bir renk aldığını belirtmişitir.

Renk parametrelerinden a* değeri, kırmızı-yeşil renk eksenini temsil etmekte olup, pozitif değerler kırmızılığı, negatif değerler ise yeşilliği göstermektedir. Hünnap tozunda ölçülen a* değeri (15.56), hünnap tozunun belirgin bir kırmızı renk tonuna sahip olduğunu göstermektedir.

Renk ölçümlerinden b* değeri, sarı-mavi renk eksenini temsil etmekte olup, pozitif değerler sarılığı, negatif değerler ise maviliği göstermektedir. Elde edilen b değeri (33.24), hünnap tozununbelirgin bir sarı renk tonuna sahip olduğunu göstermektedir. Xu ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmada, farklı hasat zamanlarında toplanan hünnapların b değerlerinin 28.5-36.2 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Liu ve ark. (2022) ise hünnap kabuğunun gelişim sırasında b değerinin 25.7-38.4 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Hue açısı (H°), rengin tonunu temsil etmekte olup, 0° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi rengi göstermektedir. Elde edilen hue açısı değeri (64.86°), hünnap tozunun kırmızı-sarı arasında bir renk tonuna sahip olduğunu, sarıya daha yakın olduğunu göstermektedir. Li ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, hünnap meyvesinin hue açısının 26.57° ile 70.67° arasında değiştiği belirtmiştir. Hünnap tozuna ait renk analizinden elde edilen 64.86°'lik hue açısı değeri, belirtilen aralığın üst sınırlarına yakın olduğu ve hünnap meyvesinin renginin sarımsı-turuncu tonlara daha yakın olduğunu göstermektedir.

Croma (C*) değeri, rengin doygunluğunu veya canlılığını temsil etmektedir. Yüksek Croma değeri, daha canlı ve doygun bir rengi göstermektedir. kroma değeri (36.71), hünnap tozunun orta-yüksek doygunlukta bir renge sahip olduğunu göstermektedir. Li ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, hünnap meyvesinin kroma değerlerinin 21.16 – 30.82 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bu çalışmadaki hünnap tozunun daha canlı ve doygun bir renge sahip olduğunu göstermektedir.

Renk özellikleri, hünnap tozunun duyusal kabul edilebilirliği ve tüketici tercihi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Renk parametreleri, hünnap tozunun kalitesinin ve işleme koşullarının bir göstergesi olarak da kullanılabilir. L değerindeki azalma ve a değerindeki artış, esmerleşme reaksiyonlarının bir göstergesi olabilir (Li ve ark.,2024). Falciano ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, hünnap tozu ile zenginleştirilmiş pizza hamurunda, hünnap tozunun renk özellikleri incelenmiş ve hünnap tozunun pizza hamurunun rengini kırmızımsı-sarı yönde değiştirdiği ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak, hünnap meyve tozunun renk özellikleri, literatürde rapor edilen değerler ile uyumlu bulunmuştur. Elde edilen renk parametreleri, hünnap tozunun orta-yüksek parlaklığa, belirgin bir kırmızı-sarı renk tonuna ve orta-yüksek doygunlukta bir renge sahip olduğunu göstermektedir. Bu özellikler, hünnap tozunun çeşitli gıda formülasyonlarında renk verici ve zenginleştirici bir bileşen olarak kullanım potansiyelini desteklemektedir.

Tablo 2. Hünnap tozunun renk özellikleri

Özellik	Değer
L*	68.38±1.75
a*	15.55±0.05
b*	33.24±2.35
Hue°	64.85±1.55
Croma	36.71±2.13

Hünnap Tozunun Kimyasal Özellikleri

Hünnap tozuna ait analizler Tablo 3 ‘te verilmiştir. Hünnap tozunda; nem, kül, diyetlif değerlerini belirlemek için analizler yapılmıştır.

Hünnap tozunun nem içeriği ortalama %8.57 ± 0.05 olarak belirlenmiştir (**Tablo 1**). Bu değer, gıda tozlarının mikrobiyolojik stabilitesi için önerilen %10'luk kritik nem değerinin altındadır, bu da ürünün raf ömrü açısından olumlu bir göstergedir (Fang ve ark., 2009). Elmas ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, sıcak hava ile kurutulmuş hünnap tozunun nem içeriği %7.82 olarak rapor edilmiştir, bu da çalışmamızdaki değere yakındır. Chen ve ark. (2014) ise püskürtmeli kurutma yöntemiyle elde edilen hünnap tozunun nem içeriğinin %3.5-5.2 arasında değiştiğini bildirmiştir. Hünnap tozundaki bu nem oranı farklılıkları, kullanılan kurutma yöntemlerinin ve işlem parametrelerinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Nem içeriği, hünnap tozunun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik stabilitesini etkileyen önemli bir parametredir. Nem içeriği, hünnap tozundaki biyoaktif bileşiklerin stabilitesini de etkileyebilir. Xu ve ark. (2023), nem içeriğinin artmasıyla hünnap meyvesindeki fenolik bileşiklerin bozulmasını hızlandırdığını bildirmiştir.

Hünnap tozunun kül içeriği ortalama %3.21 ± 0.06 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Kül içeriği, gıdaların mineral madde içeriğinin bir göstergesidir ve besleyici değerinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. Chiti ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, iki farklı İran hünnap çeşidinin kül içeriği %3.12-3.45 arasında rapor edilmiştir, bu da çalışmamızdaki değerle uyumludur. Tepe ve ark. (2022) ise hünnap meyvesinin kül içeriğinin %2.0-4.5 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Kül miktarı, hünnap tozunun mineral madde kompozisyonu hakkında genel bir bilgi vermektedir. Lu ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, hünnap meyvesinin potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko gibi önemli mineraller içerdiği bildirilmiştir. Hünnaptaki bu mineraller, insan sağlığı için önemli olup, hünnap tozunun fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanım potansiyelini artırmaktadır. Korkut ve ark. (2022) ise hünnap

meyvesinin mineral içeriğinin, çeşit, yetiştirme koşulları, hasat zamanı ve işleme yöntemlerine bağlı olarak değişebileceğini belirtmiştir.

Tablo 3. Hünnap tozunun bazı kimyasal değerleri

Özellik	Değer
Nem(%)	8.57±0.05
Kül(%)	3.21±0.06
Diyet Lif (%)	21.12±0.14

Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Özellikleri

Hünnap tozuna ait analizler Tablo 4 'te verilmiştir. Hünnap tozunun toplam fenolik madde içeriği ortalama 10.43 ± 0.18 mg GAE/g kuru madde olarak belirlenmiştir (Tablo 1). hünnap tozunun bu değerleri önemli bir fenolik madde kaynağı olduğunu göstermektedir. Lu ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, hünnap meyvesinin toplam fenolik madde içeriğinin 8.5-12.7 mg GAE/g kuru madde arasında değiştiği rapor edilmiştir, bu da çalışmamızdaki değerle uyumludur.

Korkut ve ark. (2022) tarafından yapılan derleme çalışmasında, hünnap meyvesinin fenolik bileşikler, flavonoidler, alkaloidler, saponinler, polisakkaritler ve uçucu yağlar gibi çeşitli biyoaktif bileşikler içerdiği ve bu bileşiklerin antioksidan, antiinflamatuar, antimikrobiyal, antidiyabetik ve antikanser gibi çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir. Li ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, depolama sırasında hünnap meyvesindeki fenolik bileşiklerin degradasyonu, esmerleşme reaksiyonları ve lezzet değişimleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmacılar, fenolik bileşiklerin degradasyonunun, Maillard reaksiyonları ve enzimatik esmerleşme reaksiyonları ile ilişkili olduğunu ve bu reaksiyonların ürünün renk ve lezzet özelliklerini etkilediğini bildirmiştir.

Tablo 4. Hünnap tozunun toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

Özellik	Değer
Toplam Fenolik Madde	10.43±0.18
Antioksidan Aktivite	8.49±0.20

SONUÇ

Bu çalışmada hünnap (Ziziphus jujuba Mill.) tozunun fiziksel, kimyasal ve renk özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, hünnap tozunun fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır.

Hünnap tozunun su tutma kapasitesi (0.5987 g su/g toz) ve yağ tutma kapasitesi (0.2192 g yağ/g toz), gıdalarda nem stabilitesini sağlama ve emülsiyon sistemlerinde kullanım açısından önemli fonksiyonel özelliklerindendir. Hünnap tozunun değerleri, literatürde bildirilen bazı yüksek değerlerden düşük olması; kullanılan hünnap çeşidi, kurutma yöntemi ve öğütme derecesi gibi işleme koşullarına bağlı olabilir.

Tozun yığın yoğunluğu (3.444 g/mL) ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu (2.910 g/mL), Carr indeksi (%15.48) ve Hausner oranı (1.18) ile birlikte değerlendirildiğinde, hünnap tozunun orta derecede akışkanlığa sahip olduğu ve endüstriyel kullanım için uygun olduğu belirlenmiştir.

Renk analizinde elde edilen L* (68.37), a* (15.56) ve b* (33.24) değerleri, hünnap tozunun orta-yüksek parlaklıkta, kırmızı-sarı tonlarında ve doygun bir renge sahip olduğunu göstermektedir. Hue açısı (64.86°) ve Croma değeri (36.71), hünnap tozunun parlak ve doygun bir renk taşıdığını göstermektedir. Hünnap tozunun renk özellikleri, görsel kalite açısından avantajlı olduğunu ve ürünlere doğal renk katkısı sağlayabileceğini göstermektedir.

Kimyasal analizler sonucunda, hünnap tozunun nem içeriği %8.57 olarak belirlenmiş olup, bu değer mikrobiyolojik açıdan güvenli kabul edilen kritik nem değerinin altındadır. Ayrıca, kül içeriği %3.21 olarak ölçülmüş ve bu değer hünnap tozunun zengin mineral içeriğini göstermektedir.

Hünnap tozunun toplam fenolik madde içeriği ise 10.43 mg GAE/g kuru madde olarak tespit edilmiştir. Bu değer, hünnap tozunun antioksidan kapasitesinin yüksek olduğunu ve gıda ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, hünnap tozu; su ve yağı tutma özelliği, rengi, düşük nem oranı ve yüksek fenolik içeriği sayesinde fonksiyonel gıdalar için uygun, doğal ve besleyici bir maddedir. Hünnap tozu bu özellikleriyle, unlu mamuller gibi ürünlerde hem kaliteyi artırmak hem de sağlık açısından fayda sağlamak amacıyla kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Falciano, A., Sorrentino, A., Masi, P., & Di Pierro, P. (2022). Development of functional pizza base enriched with jujube (Ziziphus jujuba) powder. Foods, 11(10), 1458.
- American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee. (2000). Approved methods of the American association of cereal chemists (Vol. 1). American Association of Cereal Chemists.
- Li, W., Liang, C., Bao, F., Zhang, T., Cheng, Y., Zhang, W., & Lu, Y. (2024). Chemometric analysis illuminates the relationship among browning, polyphenol degradation, Maillard reaction and flavor variation of 5 jujube fruits during air-impingement jet drying. Food Chemistry: X, 22, 101425.
- Liu, H., Wang, L., Liu, H., Deng, B., Li, S., & Zhao, X. (2022). Quantification and identification analysis of Ziziphus jujuba Mill. peel pigmentation at different developmental stages. Food Chemistry: X, 16, 100470.
- Ataman. Ç.. Gül. H. (2020). Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi. Black Sea Journal of Agriculture. 3(4). 308-316.
- Acun, S., Gül, H., & Seyrekoğlu, F. (2025). Comprehensive analysis of physical, chemical, and phenolic acid properties of powders derived from watermelon (Crimson Sweet) by-products. Journal of Food Science, 90(3), e70092.
- Djilali, A. B., Besombes, C., Allaf, K., & Nabiev, M. (2020). Technological aptitudes and pharmaceutical applications of schinus terebinthifolius raddi leaf and seed oil and fruit powders of Ziziphus jujuba mill. *Phytothérapie*, *18*(5), 305-313.
- Fang, S., Wang, Z., Hu, X., & Datta, A. K. (2009). Hot-air drying of whole fruit Chinese jujube (Zizyphus jujuba Miller): physicochemical properties of dried products. *International Journal of Food Science and Technology*, *44*(7), 1415-1421.
- Elmas, F., Varhan, E., & Koç, M. (2019). Drying characteristics of jujube (Zizyphus jujuba) slices in a hot air dryer and physicochemical properties of jujube powder. Journal of Food Measurement and Characterization, 13, 70-86.
- Chen, Q., Bi, J., Zhou, Y., Liu, X., Wu, X., & Chen, R. (2014). Multi-objective optimization of spray drying of jujube (Zizyphus jujuba Miller) powder using response surface methodology. *Food and bioprocess technology*, *7*, 1807-1818.

- Chen, J., & Tsim, K. W. K. (2020). *A review of edible jujube, the Ziziphus jujuba fruit: A heath food supplement for anemia prevalence. Front Pharmacol. 11: 593655*.
- Korkut, S., Hişmioğulları, Ş. E., & Hismioğulları, A. A. (2022). Hünnap (Ziziphus jujuba) meyvesinin biyolojik etkinliği ve kimyasal bileşimi. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 11(Supplement 1), 44-50.
- Chiti, S., Basiri, S., Mortazavi, A., & Sharifi, A. (2019). Evaluation on Physicochemical Properties and Antioxidant Capacity of Two Iranian Jujube (Ziziphus jujuba Mill.) Cultivars. *Journal of Medicinal plants and By-Products*, *8*(1), 85-93.
- Ji, X., Cheng, Y., Tian, J., Zhang, S., Jing, Y., & Shi, M. (2021). Structural characterization of polysaccharide from jujube (Ziziphus jujuba Mill.) fruit. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, *8*, 1-7.
- Tepe, F. B., Ekinci, R., Kadakal, Ç., & Nizamlıoğlu, N. M. (2022). A review: The physical, nutritional, bioactive properties and health benefits of jujube fruit. *Celal Bayar University Journal of Science*, *18*(1), 67-75.
- **Xu**, C., Yi, X., Hu, C., Yang, Q., Li, J., Zhang, J., & Yang, Y. (2023). Analysis of the changes in quality and characteristics of hot air drying of Xinjiang jujube (Zizyphus jujuba Mill. cv. Junzao) following a delayed harvest. Scientific Reports, 13(1), 16732.
- Lu, Y., Bao, T., Mo, J., Ni, J., & Chen, W. (2021). Research advances in bioactive components and health benefits of jujube (Ziziphus jujuba Mill.) fruit. *Journal of Zhejiang S*

ASSESSMENT OF TURKISH AUDIT FIRMS IN THE LIGHT OF PCAOB INSPECTION REPORTS

TÜRK DENETİM ŞİRKETLERİNİN PCAOB FİRMA DENETİM RAPORLARI IŞIĞINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Iffet KESİMLİ

Associate Professor, PhD.

Head of Accounting and Taxation Applications Program Lüleburgaz Vocational School, Kırklareli University, Kırklareli - Turkey

ORCID NO: 0000-0002-2082-5515

ABSTRACT: According to the Sarbanes-Oxley Act (SOX) and the Public Company Accounting Oversight Board's (PCAOB) rules, non-U.S. registered firms are subject to PCAOB inspections in the same manner as U.S. registered firms. In order to assess their compliance with the SOX, the rules of the PCAOB, the rules of the Securities and Exchange Commission (SEC), and professional standards in connection with their performance of audits, issuance of audit reports, and related matters involving issuers and brokers and dealers, the firms located in foreign jurisdictions are inspected by PCAOB. Since 2005, PCAOB has been inspecting non-U.S. registered firms. The research aims to find out whether there are any differences among the Big Four audit firms and the rest in this context. First PCAOB Registered Turkish Audit Firms are tabulated; then inspection reports of PCAOB are given in detail. Last, inspection reports regarding Turkish audit firms, representatives of Big Four are summarized. Except for Guney Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.Ş. (Ernst Young-EY), the other Big Four representatives had undergone inspections. Kpmg Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.Ş. (KPMG), and Pwc Bağimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. (PwC) do not have any disciplinary proceedings, where EY and Drt Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.Ş. (Deloitte) have.

Keywords: PCAOB, inspection reports, disciplinary proceedings, Türkiye, Big Four.

ÖZ: Sarbanes-Oxley Yasası (SOX) ve Halka Açık Şirketler Muhasebe Gözetim Kurulu'nun (PCAOB) kurallarına göre, ABD'de kayıtlı olmayan firmalar, ABD'de kayıtlı firmalarla aynı şekilde PCAOB denetimlerine tabidir. SOX, PCAOB kuralları, Sermaye Piyasası Kurulu (SEC) kuralları ve denetim performansları, denetim raporlarının düzenlenmesi ve ihraç edenler, aracılar ve satıcıları ilgilendiren ilgili konularla ilgili mesleki standartlara uyumlarını değerlendirmek için, yabancı ülkelerde bulunan firmalar da PCAOB tarafından denetlenir. PCAOB, 2005'ten beri ABD'de kayıtlı olmayan firmaları denetlemektedir. Araştırmanın amacı, bu bağlamda Dört Büyük denetim firması ile geri kalanlar arasında herhangi bir fark olup olmadığını ortaya koymaktır. İlk olarak, PCAOB'ye kayıtlı olan Türk Denetim Firmaları tablolaştırılmıştır; ardından PCAOB'nin denetim raporları ayrıntılı olarak verilmiştir. Son olarak, Dört Büyük denetim firmasının Türkiye'deki temsilcileriyle ilgili denetim raporları özetlenmiştir. Güney Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. (Ernst Young-EY) hariç, diğer Dört Büyük firmanın denetimlerinin yapıldığı belirlenmiştir. Kpmg Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş (KPMG) ve Pwc Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş.'nin (PwC) herhangi bir disiplin

soruşturması bulunmamakla birlikte, EY ve Drt Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş.'nin (Deloitte) disiplin soruşturmaları bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: PCAOB, denetim raporları, disiplin soruşturması, Türkiye, Dört Büyükler.

INTRODUCTION

According to the Sarbanes-Oxley Act (SOX) and the Public Company Accounting Oversight Board's (PCAOB) rules, non-U.S. registered firms are subject to PCAOB inspections in the same manner as U.S. registered firms. In order to assess their compliance with the SOX, the rules of the PCAOB, the rules of the Securities and Exchange Commission (SEC), and professional standards in connection with their performance of audits, issuance of audit reports, and related matters involving issuers and brokers and dealers, the firms located in foreign jurisdictions are inspected by PCAOB. Since 2005, PCAOB has been inspecting non-U.S. registered firms. There are *PCAOB-only inspections*,—the PCAOB conducts the inspection on its own in coordination with the home country regulator; or *joint inspections* conducted with the home country regulator. Formal cooperative arrangements with foreign audit regulators are preferred in order to minimize burdens and legal/other conflicts audit firms may face in the foreign jurisdiction. Jurisdictions PCAOB has cooperative arrangements and the year of the first agreement are listed (https://pcaobus.org/): Australia 2007, Austria 2018, Belgium 2021, Canada, China 2022, Denmark 2014, Dubai 2011, Finland 2013, France 2013, Germany 2012, Greece 2015, Hungary 2015, Ireland 2017, Israel 2011, Italy 2016, Japan 2011, Luxembourg 2015, Netherlands 2011, Norway 2011, Romania 2025, Singapore 2008, Slovak Republic 2025, South Korea, Spain 2012, Sweden 2014, Switzerland 2011, Taiwan 2011, United Kingdom 2011. As seen from the list Türkiye is not a jurisdiction PCAOB has an agreement for inspections.

Personal data like the names of audit firm personnel, audit firm clients' personnel, business and mailing addresses, phone numbers, and accounting license numbers; personal data of registered public accounting firms and persons associated with these firms in connection with certain of its regulatory activities are also subject to supply personal information. Testimony of witnesses, the production of audit work papers or other documents, and the inspection of the books and records of any registered firm or associated person are the ways PCAOB may obtain personal information. A simple review of information in work papers or retaining a copy of certain information in the firm's work papers are PCAOB methods.

With the help of the cooperative arrangements with foreign audit oversight authorities (FAOAs) the FAOAs, the SEC or another federal agency, appropriate state attorneys general or state regulatory authorities, self-regulatory organizations, and publicly available sources are samples of sources of PCAOB gathering information. Disciplinary actions for firms and/or prohibitions from associating with any registered public accounting firm may follow, if an audit firm or person do not obey PCAOB rules and fails to supply information and/or documents asked by PCAOB.

This research aims to display the position of regarding inspection reports and disciplinary proceedings. In order to do so, Turkish audit firms registered are listed. Table 1 is organized based on the information available on the web sites of PCAOB. The titles and order of Turkish audit firms are as found on PCAOB web site. By searching each audit firm, disciplinary proceedings, inspection reports, and whether the firm is currently subject to board determination under the holding Foreign Companies Accountable Act, or not, and registration date of the audit firm with PCAOB are compiled. In the table hyperlinks are available for disciplinary

proceedings and inspection reports. The hyperlinks carry the reader to the related PCAOB pages. As seen from the table, there are 19 Turkish audit firms registered with PCAOB, out of which only three audit firms, which are Big Four representatives in Türkiye, had issued audit report for at least one issuer.

Table 1: PCAOB Registered Turkish Audit Firms

	Turkish Audit Firms Registered	**Headquarters**	**Audit Activity**	**Disciplinary Proceedings**	**Inspection Reports**	**Currently Subject to Board Determination Under the Holding Foreign Companies Accountable Act?**
1	Bdo Denet Bağımsız Denetim ve Danışmanlık A.Ş.	Istanbul Registration Date 07/28/2004	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
2	Bilgili Bagimsiz Denetim ve Ymm A.S	Istanbul Kadikoy RegistrationDate 05/11/2010	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
3	Denge Bagimsiz Denetim Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S.	Istanbul Registration Date 07/13/2004	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
4	Kpmg Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik AS	Istanbul Registration Date 07/18/2006	Audit report for at least one issuer	None	6/26/2014	None
5	Turkmen Bagimsiz Denetim ve Yeminli Mali Musavirlik A.S.	Istanbul Registration Date 05/02/2006	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
6	Med Bagımsız Denetim ve Danısmanlık A.S.	Istanbul Registration Date 05/22/2012	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
7	Mercek Bagimsiz Denetim ve Yeminli Mali Musavirlik A.S.	Istanbul Registration Date 09/05/2006	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
8	Pwc Bağimsiz Denetim ve Serbest	Istanbul Registration Date 06/10/2004	Audit report for at	None	10/24/2024	None

	Turkish Audit Firms Registered	**Headquarters**	**Audit Activity**	**Disciplinary Proceedings**	**Inspection Reports**	**Currently Subject to Board Determination Under the Holding Foreign Companies Accountable Act?**
	Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş.		least one issuer			
9	Ulusal Bagimsiz Denetim ve Yeminli Mali Müsavirlik A.S.	Istanbul Registration Date 05/10/2005	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
10	Yeditepe Bağımsız Denetim ve Yeminli Mali Müşavirlik Anonim Şirketi	Istanbul Registration Date 06/05/2023	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
11	Dmf Sistem Uluslararasi Bağimsiz Denetim Danişmanlik ve Ymm A.Ş.	Ankara Registration Date 03/18/2020	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
12	Eren Bagimsiz Denetim A.S.	Istanbul Registration Date 12/18/2012	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
13	Ics Uluslararasi Bagimsiz Denetim A.S.	Istanbul Registration Date 01/12/2016	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
14	Itimat Bagimsiz Denetim A.S.	Istanbul Registration Date 07/26/2005	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
15	Drt Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S.	Istanbul Registration Date 09/15/2004	No reported issuer or broker-dealer audit activity	**1.** No.105-2018-006 (5/9/2018) **2.** No.105-2018-005 (5/9/2018) **3.** No.105-2018-007 (5/9/2018) **4.** No.105-2017-050 (12/19/2017)	**1.** 1/2/2019 **2.** 7/30/2015	None

	Turkish Audit Firms Registered	**Headquarters**	**Audit Activity**	**Disciplinary Proceedings**	**Inspection Reports**	**Currently Subject to Board Determination Under the Holding Foreign Companies Accountable Act?**
				5. No.105-2017-051 (12/19/2017) **6.** No.105-2017-052 (12/19/2017)		
16	Guney Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S.	Istanbul Registration Date 07/19/2004	Audit report for at least one issuer	**1.** No.105-2023-037 (11/28/2023)	None	None
17	Irfan Bagimsiz Denetim ve Yeminli Mali Musavirlik A.S.	Istanbul Registration Date 08/15/2007	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
18	Isik Yeminli Mali Musavirlikve Bagimsiz Denetim A.S.	Uskudar Registration Date 07/13/2010	No reported issuer or broker-dealer audit activity	None	None	None
19	Yildizlar Bağimsiz Denetim ve Yeminli Mali Müşavirlik Anonim Şirketi	Samsun Registration Date 09/09/2011	No Form 2 filed	None	None	None

Source: PCAOB. Firms. https://rasr.pcaobus.org/Firms/FirmSummaryPublic.aspx? https://pcaobus.org/oversight/registration/registered-firms?searchWithin=turkey

Except for Guney Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S. (Ernst Young-EY), the other Big Four representatives had undergone inspections. Kpmg Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik AS (KPMG), and Pwc Bağimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş (PwC) do not have any disciplinary proceedings, where EY and Drt Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S. (Deloitte) have.

PCAOB issues several reports about its inspections within the scope of oversight. With the help of those reports, this research finds out the chance to make comparisons of Big Four representatives in Türkiye, with Big Four globally, and with some other big audit firms' inspection reports.

PCAOB INSPECTIONS

The information in this part of the research is drawn from PCAOB report on US Global Network Firms Inspection Data. This report contains inspection reports of six registered US firms: Deloitte & Touche LLP (DT); Ernst & Young LLP (EY); KPMG LLP (KPMG); PricewaterhouseCoopers LLP (PwC); BDO USA, P.C. (BDO); and Grant Thornton LLP (GT).

From here on their abbreviated titles will be used. In case Turkish ones are to be mentioned, it will state so. Either way, when it is to be talked about all expression B4 is to be used. Part of the PCAOB Inspection Procedures are quoted in Text Box 1.

Text Box 1. PCAOB Inspection Report Content

Prepare an inspection report: The report includes deficiencies in reviewed issuer audits that were of such significance that the Board believes that the firm, at the time it issued its audit report, had not obtained sufficient appropriate audit evidence to support its opinion on the issuer's financial statements and/or ICFR. These are included in Part I.A of the inspection report. Within Part I.A, we identify each issuer by a letter (e.g., Issuer A) and industry sector. In instances where classifying an issuer using its industry sector could make an issuer identifiable, we have not included the industry sector in Part I.A.

The report may also include certain deficiencies that relate to instances of non-compliance with PCAOB standards or rules other than those where the firm had not obtained sufficient appropriate audit evidence to support its opinion(s). These are included in Part I.B of the inspection report.

The report may also include instances of potential non-compliance with SEC rules or instances of non-compliance with PCAOB rules related to maintaining independence. These are included in Part I.C of the inspection report. Part I.C may include instances of potential non-compliance that we identified during the inspection and/or the firm identified through its independence monitoring activities and brought to our attention.

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). https://pcaobus.org/oversight/inspections/inspection-procedures

As read from the box, **Part I.A** is written when PCAOB believes that audit firm had not obtained sufficient appropriate audit evidence to support its opinion on the audit client's financial statements and/or internal control over financial reporting (ICFR). **Part I.B** of the inspection report displays instances of audit firm's non-compliance with PCAOB rules. **Part I.B** covers potential non-compliance with SEC and/or PCAOB rules regarding independence. Inspection results are summarized in Table 2 (https://pcaobus.org).

Table 2. 2024 Inspection Results

Firm Name	Average of B4	DT	EY	KPMG	PwC	BDO	GT
Total Audits Reviewed	**63.75**	63	64	64	64	30	27
Audits with an incorrect opinion on the financial statements and/or ICFR in Part I.A	**2.00%**	0.00%	3.00%	0.00%	2.00%	3.00%	0.00%
Audits with multiple Part I.A deficiencies	**14.00%**	11.00%	19.00%	17.00%	9.00%	37.00%	33.00%
Audits with single Part I.A deficiency	**4.25%**	3.00%	6.00%	3.00%	5.00%	20.00%	15.00%
Part I.A Deficiency Rate	**19.50%**	14.00%	28.00%	20.00%	16.00%	60.00%	48.00%
Audits without Part I.A deficiencies	**80.50%**	86.00%	72.00%	80.00%	84.00%	40.00%	52.00%
Total	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data

The table displays that the smallest rates for **audits with an incorrect opinion on the financial statements and/or ICFR in Part I.A** belongs to DT and KPMG with zero per cent; where three per cent of EY's 64 reviewed audits, and five per cent of PwC's 64 reviewed audits are incorrect. **Audits with multiple Part I.A deficiencies** make 11% of DT's 63 reviewed audits; 19% of EY's 64 reviewed audits; 17% of KPMG's 64 reviewed audits, and 9% of PwC's 64 reviewed audits. The average of B4 regarding **audits with single Part I.A deficiency** is 4.25%. DT with 86% and PwC with 84% are the two Big Four members, who have the highest rates of **audits without Part I.A deficiencies**. BDO's **Part I.A Deficiency Rate** is 60%, and GT's 48%. Unless reviewed audit numbers are equalized, these ratios alone are not be able to reflect a fair comparison. However, possibly the dominance of B4 would not allow such a comparison. Nonetheless, BDO's and GT's ratios do not look acceptable. Table 3 displays deficiency rates by group—the average of B4 and US Global Network Firms.

Table 3. Part I.A Deficiency Rate by Group

	Average of B4	Average of B4/Average of US Global Network Firms	Average of US Global Network Firms
2024	20%	76.92%	26%
2023	26%	76.47%	34%
2022	26%	86.67%	30%
2021	16%	76.19%	21%
2020	12%	75.00%	16%
Average of five years	**20%**	**78.74%**	**25.4%**

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data

As seen from the table, year 2022 is the worst for B4, and year 2023 is the worst for US Global Network Firms. The average of five years for B4 is 20%, and for US Global Network Firms it is 25.4%. Thus, on the average B4 has 78.74% deficiency rate of US Global Network Firms. In other words US Global Network Firms have 1.27 times more deficiencies. Table 4 compares Part I.A deficiency rate by firm. B4 companies take place in the table both individually and

within the average. The data of 2024 has already been mentioned in Table 2. In addition to that, data of previous years are also displayed.

Table 4. Part I.A Deficiency Rate by Firm

Firm Name	Average of B4	DT	EY	KPMG	PwC	BDO	GT
2024	19.50%	14%	28%	20%	16%	60%	48%
2023	25.50%	21%	37%	26%	18%	86%	54%
2022	25.50%	17%	46%	30%	9%	66%	31%
2021	16.00%	13%	21%	26%	4%	53%	23%
2020	11.75%	4%	15%	26%	2%	54%	17%
Average of five years	**19.65%**	**13.8%**	**29.4%**	**25.6%**	**9.8%**	**63.8%**	**34.6%**

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data

According to that PwC with 9.8% average of five years shines among others; the second best is DT with 13.8%. The worst year for DT and PwC was 2023. For EY, 2022 was the worst year. KPMG's best and worst years can be overlooked, because it almost has constant values throughout the years regarding Part I.A deficiency.

As understood from PCAOB report, selections of audits are done either by random, risk-based, or target team selections. Percentages of issuer audits reviewed, by selection method that has at least one Part I.A deficiency in the inspection reports for all firms are given in Table 5.

Table 5. Part I.A Deficiency Rate by Selection Method

	Random Selection	Risk-based Selection	Target Team Selection
2024	15%	29%	21%
2023	37%	37%	9%
2022	25%	33%	21%
2021	17%	26%	13%
2020	18%	16%	8%

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data

As understood from the table, risk-based selection yielded higher Part I.A deficiency rate, except for 2020. For example, in 2023 37% of the randomly selected audits reviewed were deficient, and 37% of risk-based selected audits reviewed were deficient. Nonetheless, target team selection should not be underestimated; any method, which detects deficiencies are welcome; of course it is a matter of cost/benefit— more accurate and efficient methods are to be preferred. Audits selected for review by selection method for three consecutive years regarding audit firms are given in Table 6.

Table 6. Audits Selected for Review by Selection Method

Firm Name		DT	EY	KPMG	PwC	BDO	GT
Random Selection	**2024**	12	12	12	12	6	5
Risk-Based Selection		48	48	48	48	22	20
Target Team Selection		3	4	4	4	2	2
	Total	**63**	**64**	**64**	**64**	**30**	**27**
Random Selection	**2023**	10	10	10	10	6	5
Risk-Based Selection		42	43	43	43	22	20
Target Team Selection		4	6	5	4	1	3
	Total	**56**	**59**	**58**	**57**	**29**	**28**
Random Selection	**2022**	13	13	13	13	7	6
Risk-Based Selection		37	37	37	37	20	18
Target Team Selection		3	4	4	4	2	2
	Total	**53**	**54**	**54**	**54**	**29**	**26**

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data

The table display the fact that PCAOB inspection teams care for treating B4 equally and parallel to this they collect samples from the remaining two audit firms, BDO and GT. The table also displays the fact that each year selected audits for review steadily increase in number. The audit areas PCAOB have selected most frequently for review across all six firms and the number of issuer audits by focus area **with** and **without** Part I.A deficiencies are given in Table 7. Audit areas for 2022, 2023, 2024, and the total of each for three years are given in the table. These are the audit areas PCAOB have selected most frequently for review across all six firms and the number of issuer audits by focus area with and without Part I.A deficiencies.

Table 7. Audit Areas Most Frequently Reviewed

	2024		2023		2022		2022–2024	
	I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**
Accruals and other liabilities	39	1	27	5	37	2	**103**	**8**
Allowance for credit losses	16	12	11	6	16	4	**43**	**22**
Business combinations	46	7	44	13	85	12	**175**	**32**
Cash and cash equivalents	4	0	4	0	10	1	**18**	**1**
Debt	23	1	22	3	32	4	**77**	**8**
Equity and equity-related transactions	12	0	17	2	24	3	**53**	**5**
Expenses	34	1	13	0	8	1	**55**	**2**
Goodwill and intangible assets	65	9	48	10	28	5	**141**	**24**
Income taxes	28	3	18	1	33	2	**79**	**6**
Insurance-related assets & liabilities, include insurance reserves	10	2	15	3	11	0	**36**	**5**
Inventory	65	12	76	19	58	12	**199**	**43**
Investment securities	41	8	33	14	28	4	**102**	**26**
Leases	3	4	2	3	6	5	**11**	**12**
Loans and related accounts	7	2	1	3	11	0	**19**	**5**
Long-lived assets	30	7	18	4	23	7	**71**	**18**
Revenue and related accounts	184	36	161	45	171	44	**516**	**125**
Total	**607**	**105**	**510**	**131**	**581**	**106**	**1,698**	**342**

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data

I: Audits without Part I.A deficiencies

II: Audits with Part I.A deficiencies

For the issuer audits selected for review, PCAOB selected these areas because they were generally significant to the issuer's financial statements, may have included complex issues for auditors, and/or involved complex judgments in (1) estimating and auditing the reported value of related accounts and disclosures and (2) implementing and auditing the related controls.

Table 8. Audit Areas Most Frequently Reviewed in %

	2024	2023	2022	2022-2024
Accruals and other liabilities	2.50%	15.63%	5.13%	7.21%
Allowance for credit losses	**42.86%**	**35.29%**	20.00%	**33.85%**
Business combinations	13.21%	22.81%	12.37%	15.46%
Cash and cash equivalents	0.00%	0.00%	9.09%	5.26%
Debt	4.17%	12.00%	11.11%	9.41%
Equity and equity-related transactions	0.00%	10.53%	11.11%	8.62%
Expenses	2.86%	0.00%	11.11%	3.51%
Goodwill and intangible assets	12.16%	17.24%	15.15%	14.55%
Income taxes	9.68%	5.26%	5.71%	7.06%
Insurance-related assets & liabilities, include insurance reserves	16.67%	16.67%	0.00%	12.20%
Inventory	15.58%	20.00%	17.14%	17.77%
Investment securities	16.33%	29.79%	12.50%	20.31%
Leases	**57.14%**	**60.00%**	**45.45%**	**52.17%**
Loans and related accounts	**22.22%**	**75.00%**	0.00%	**20.83%**
Long-lived assets	18.92%	18.18%	**23.33%**	20.22%
Revenue and related accounts	16.36%	21.84%	**20.47%**	19.50%
Total	**14.75%**	**20.44%**	**15.43%**	**16.76%**

Source: Authors own

The totals are taken for each year, and the number of audits with Part I.A deficiencies are divided to the total of reviewed audits in that category. The ratios generated are displayed in Table 8. According to calculations, the champion of the table is Loans and related accounts area. In 2023 the rate of the deficient audits to the total of reviews is 75%. The same year Leases are also problematic–60%. The worst audit areas throughout the years 2022–2024 are again Leases–52.17%; Allowance for credit losses–33.85%; and Loans and related accounts–20.83%. Another important issue emphasized in PCAOB inspection reports is audit standards. The auditing standards most frequently referenced in Part I.A by audit area are (1) AS 1105, Audit Evidence, (2) AS 2201, an audit of Internal Control over Financial Reporting that is integrated with an audit of financial statements, (3) AS 2301, the auditor's responses to the risks of material misstatement, (4) AS 2501, auditing accounting estimates, including fair value measurements.

Table 9. Auditing Standards with Frequent Part I.A Deficiencies by Audit Area

	2024	2023	2022
AS 1105, Audit Evidence	42%	49%	55%
AS 2201, an audit of Internal Control over Financial Reporting that is integrated with an audit of financial statements	69%	69%	64%
AS 2301, the auditor's responses to the risks of material misstatement	61%	62%	55%
AS 2501, auditing accounting estimates, including fair value measurements	19%	11%	16%

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data

Table 9 displays these standards in percentages throughout the years. According to it, AS 2201 is the most mentioned standard with 64, 69, and 69% respectively. The least problematic standard seems to be AS 2501 with 16, 11, and 19% respectively. Another perspective of the

PCAOB inspection reports is the issuer industry sector. Communication Services, Consumer Discretionary, Consumer Staples, Energy, Financials, Health Care, Industrials, Information Technology, Materials, Real Estate, Special Purpose Acquisition Company (SPAC), Utilities, and Unidentified categories represent the industries of the issuers, the audit of which have been reviewed by PCAOB. Among these the three mostly reviewed sector had been Financials, Information Technology, and Health Care. The highest numbers of audits with Part I.A deficiencies are from Financials, Health Care, and Information Technology. Materials, SPAC, and Utilities are the sectors with zero Part I.A deficiencies.

Table 10. Part I.A Deficiencies by the Firm's Tenure on the Issuer in %

Firm Name/Tenure	DT	EY	KPMG	PwC	BDO	GT
1 year	**43**	0	**67**	25	75	40
2 years	0	0	0	**50**	**100**	**50**
3-5 years	9	22	13	22	44	33
6-10 years	15	15	18	0	75	**71**
11-20 years	9	**46**	23	27	43	33
21-50 years	13	33	17	12	**100**	50
> 50 years	0	25	20	0	0	0

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data

The percentages in Table 10 represent the number of issuer audits reviewed for that tenure range with at least one Part I.A deficiency divided by total issuer audits reviewed for that tenure range. EY and KPMG have audit clients with whom these audit firms had been working for more than 50 years; and 25% and 20% of them have deficiencies respectively. The audits done for audit clients of PwC with two years of tenure have deficiencies. KPMG reaches 67% deficiency rate for audit clients with tenure of one year. In 2023, 100% of audits realized by DT for audit clients with tenure of 2 years; BDO for audit clients with tenures of 1 year, 2 years, and 3–5 years bear deficiencies; and GT reaches this level for audit clients with tenure of two years. Besides these, deficiencies by type are also analyzed by PCAOB. The most crowded types are given in numbers along with the name of the type of the deficiency (https://pcaobus.org):

- Audit committee communications—DT 6, EY 9, KPMG 11, PwC 25, BDO 15, GT 4
- Audit documentation
- Auditor's reporting model
- Communicating certain matters to management
- Critical audit matters
- Form AP
- Fraud considerations
- Going concern
- Independence related matters—DT 7, EY 4, KPMG 3, PwC 3, BDO 3, GT 1
- Management representation letter
- Risk assessment—KPMG 14, PwC 3, BDO 4, GT 2

In 2023 Independence related matters, and Fraud considerations were equal in numbers; Critical audit matters and Audit documentation followed them. In 2022, Critical audit matters topped the list; Form AP followed, and Audit committee communications was the third most crowded one.

The research gave the most important parts of PCAOB reports. Each one is valuable and helps in assessing the audit quality, especially the ones Big Four realized.

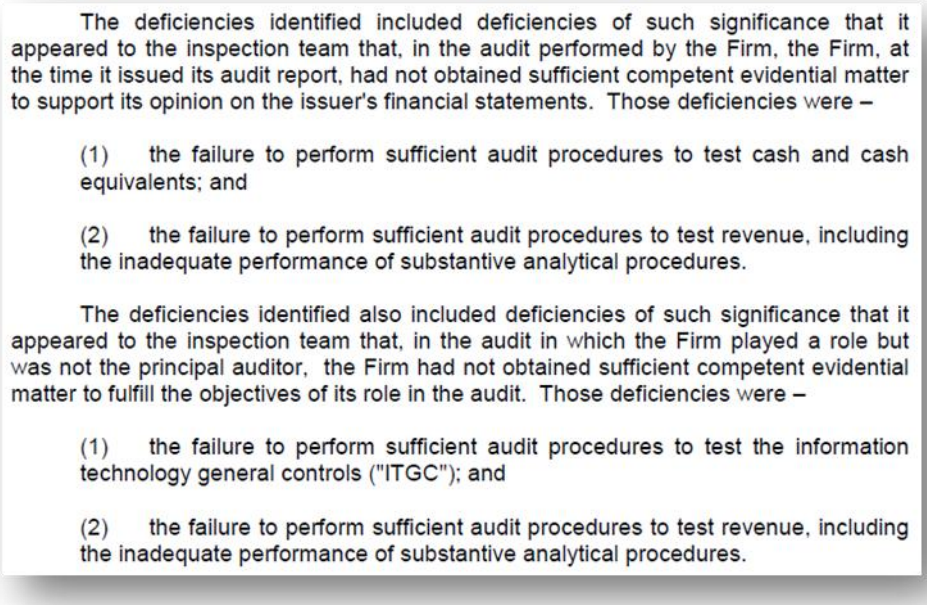
SAMPLE INSPECTION REPORTS

In the light of the analyses of the PCAOB inspection reports, the inspection reports issued for the representatives of Big Four in Türkiye are handled here. These are public versions of PCAOB inspection reports. Portions of the complete reports are omitted from these documents in order to comply with Sections 104(g)(2) and 105(b)(5)(a) of the SOX. PCAOB inspection reports do not assure that the audit work of the audit firm, or the relevant issuer financial statements or reporting on internal control, are free of any deficiencies not specifically described in an inspection report. In case audit deficiencies are found following the date of the audit report, the audit firm has to take appropriate action to assess the importance of the deficiencies to the firm's present ability to support its previously expressed audit opinions. (1) Additional audit procedures, (2) informing the audit client of the need for changes regarding its (a) financial statements, or (b) reporting on internal control, (3) taking steps to prevent reliance on previously expressed audit opinions may become the prerequisites to the audit firm in order to comply with PCAOB standards. This depends upon the circumstances. Even though review of a firm’s actions to address deficiencies identified in that inspection is not included, audit firm is expected to attempt to take appropriate action. In case determines failure to take appropriate action by audit firm, this may establish the reason for a disciplinary sanction by PCAOB. During inspection processes audit firms are not allowed any opportunity to limit or influence the scope of PCAOB inspections. The URLs for these reports are given in Table 1.

- The report on 2011 Inspection of Akis Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik AS issued by the PCAOB on June 26, 2014
- The report on 2014 inspection of DRT Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S. issued by the PCAOB on July 30, 2015
- The report on 2017 inspection of DRT Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S. issued by the PCAOB on January 2, 2019
- The report on 2023 inspection of PwC Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S. issued by the PCAOB on October 24, 2024

The first report belongs to KPMG representative in Türkiye—Akis. Part I.A and Part I.B are given in the text boxes.

Text Box 2. Part I.A of 2011 Inspection of Akis Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik AS issued on June 26, 2014



The deficiencies identified included deficiencies of such significance that it appeared to the inspection team that, in the audit performed by the Firm, the Firm, at the time it issued its audit report, had not obtained sufficient competent evidential matter to support its opinion on the issuer's financial statements. Those deficiencies were –

(1) the failure to perform sufficient audit procedures to test cash and cash equivalents; and

(2) the failure to perform sufficient audit procedures to test revenue, including the inadequate performance of substantive analytical procedures.

The deficiencies identified also included deficiencies of such significance that it appeared to the inspection team that, in the audit in which the Firm played a role but was not the principal auditor, the Firm had not obtained sufficient competent evidential matter to fulfill the objectives of its role in the audit. Those deficiencies were –

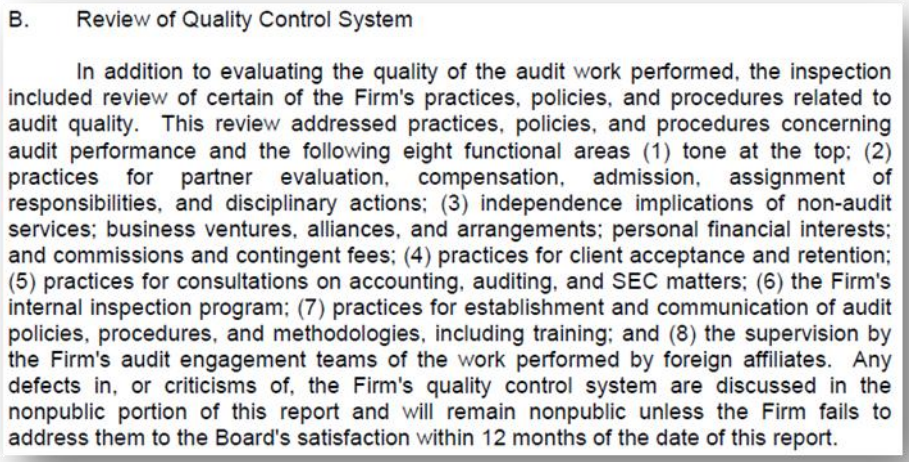
(1) the failure to perform sufficient audit procedures to test the information technology general controls ("ITGC"); and

(2) the failure to perform sufficient audit procedures to test revenue, including the inadequate performance of substantive analytical procedures.

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. https://pcaobus.org/Inspections/Reports/Documents/2014_Akis_Bagimsiz_Denetim.pdf

Part I.A of the inspection reports diplays that sufficient audit procedures were not followed in testing cash & cash equivalents, revenue, and information technology general controls (ITGC). Part I.B consists of the review of quality control system, and addresses eight functional areas: (1) tone at the top; (2) practices for partner evaluation, compensation, admission, assignment of responsibilities, and disciplinary actions; (3) independence implications of non-audit services; business ventures, alliances, and arrangements; personal financial interests; and commissions and contingent fees; (4) practices for client acceptance and retention; (5) practices for consultations on accounting, auditing, and SEC matters; (6) the Firm's internal inspection program; (7) practices for establishment and communication of audit policies, procedures, and methodologies, including training; and (8) the supervision by the Firm's audit engagement teams of the work performed by foreign affiliates.

Text Box 3. Part I.B of 2011 Inspection of Akis Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik AS issued on June 26, 2014



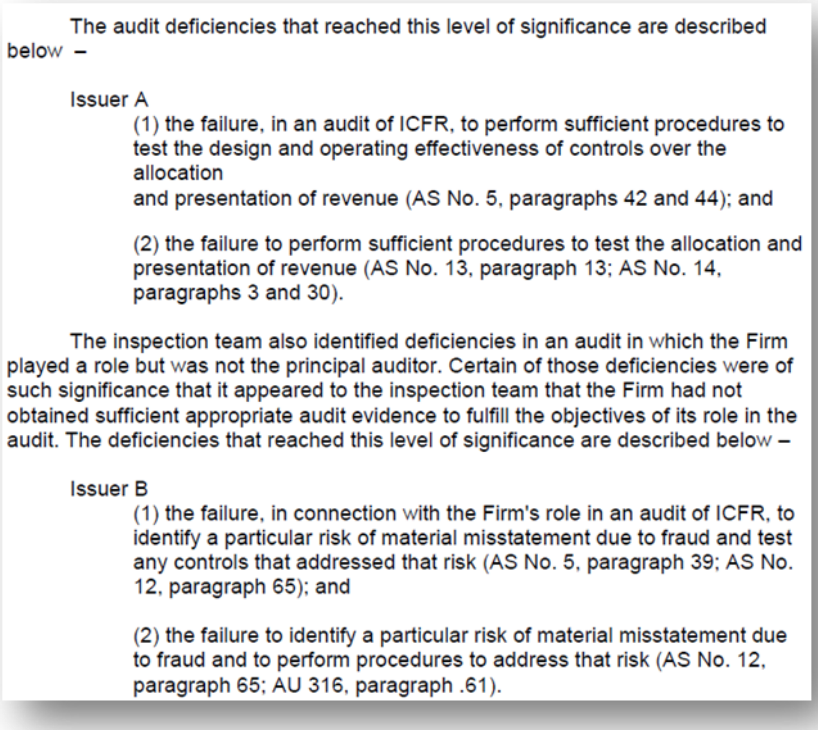
B. Review of Quality Control System

In addition to evaluating the quality of the audit work performed, the inspection included review of certain of the Firm's practices, policies, and procedures related to audit quality. This review addressed practices, policies, and procedures concerning audit performance and the following eight functional areas (1) tone at the top; (2) practices for partner evaluation, compensation, admission, assignment of responsibilities, and disciplinary actions; (3) independence implications of non-audit services; business ventures, alliances, and arrangements; personal financial interests; and commissions and contingent fees; (4) practices for client acceptance and retention; (5) practices for consultations on accounting, auditing, and SEC matters; (6) the Firm's internal inspection program; (7) practices for establishment and communication of audit policies, procedures, and methodologies, including training; and (8) the supervision by the Firm's audit engagement teams of the work performed by foreign affiliates. Any defects in, or criticisms of, the Firm's quality control system are discussed in the nonpublic portion of this report and will remain nonpublic unless the Firm fails to address them to the Board's satisfaction within 12 months of the date of this report.

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. https://pcaobus.org/Inspections/Reports/Documents/2014_Akis_Bagimsiz_Denetim.pdf

PCAOB findings about deficiencies in Part I.B were supposed to be public within 12 months of the date to the inspection report.

Text Box 4. Part I.A of 2014 Inspection of DRT Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S. issued on July 30, 2015



The audit deficiencies that reached this level of significance are described below –

Issuer A

(1) the failure, in an audit of ICFR, to perform sufficient procedures to test the design and operating effectiveness of controls over the allocation
and presentation of revenue (AS No. 5, paragraphs 42 and 44); and

(2) the failure to perform sufficient procedures to test the allocation and presentation of revenue (AS No. 13, paragraph 13; AS No. 14, paragraphs 3 and 30).

The inspection team also identified deficiencies in an audit in which the Firm played a role but was not the principal auditor. Certain of those deficiencies were of such significance that it appeared to the inspection team that the Firm had not obtained sufficient appropriate audit evidence to fulfill the objectives of its role in the audit. The deficiencies that reached this level of significance are described below –

Issuer B

(1) the failure, in connection with the Firm's role in an audit of ICFR, to identify a particular risk of material misstatement due to fraud and test any controls that addressed that risk (AS No. 5, paragraph 39; AS No. 12, paragraph 65); and

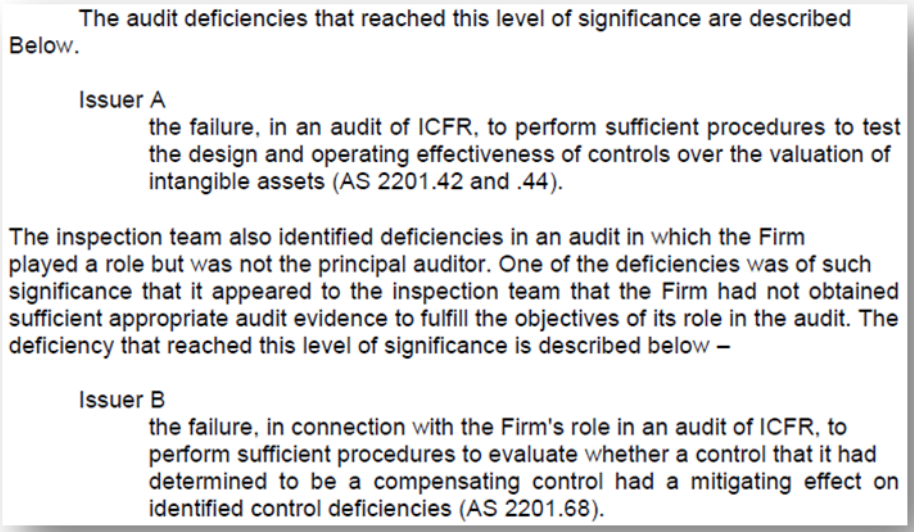
(2) the failure to identify a particular risk of material misstatement due to fraud and to perform procedures to address that risk (AS No. 12, paragraph 65; AU 316, paragraph .61).

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. https://pcaobus.org/Inspections/Reports/Documents/2015_DRTBagimsiz.pdf

The second report belongs to Deloitte representative in Türkiye—DRT. Part I.A and Part I.B are given in the text boxes. Since the inspection report of DRT is too long to share in this research, only a summary of deficiencies mentioned in Part I.A are given in the Text Box 4. The URL in Table 1 will be helpful for those who would like to obtain the whole report.

The third report belongs to Deloitte representative in Türkiye—DRT again. Part I.A is given in the text box.

Text Box 5. Part I.A of 2017 Inspection of DRT Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik AS issued on Jan 2, 2019



The audit deficiencies that reached this level of significance are described Below.

Issuer A

the failure, in an audit of ICFR, to perform sufficient procedures to test the design and operating effectiveness of controls over the valuation of intangible assets (AS 2201.42 and .44).

The inspection team also identified deficiencies in an audit in which the Firm played a role but was not the principal auditor. One of the deficiencies was of such significance that it appeared to the inspection team that the Firm had not obtained sufficient appropriate audit evidence to fulfill the objectives of its role in the audit. The deficiency that reached this level of significance is described below –

Issuer B

the failure, in connection with the Firm's role in an audit of ICFR, to perform sufficient procedures to evaluate whether a control that it had determined to be a compensating control had a mitigating effect on identified control deficiencies (AS 2201.68).

Source: PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. https://pcaobus.org/Inspections/Reports/Documents/104-2019-057-DRT-Bagimsiz-Denetim-Serbest-DT-Turkey.pdf

As seen from the text box, audit firm failed in performing sufficient procedures to test the design and operating effectiveness of controls over the valuation of intangible assets of one issuer. The last inspection report is on 2023 inspection of PwC Bagimsiz Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Musavirlik A.S.—the representative of PwC in Türkiye—issued by the PCAOB on October 24, 2024. Part I.A about audits with unsupported opinions states that 2023 inspection did not yield any deficiencies that were of such significance that PCAOB believes the firm, (1) at the time it issued its audit report(s), had not obtained sufficient appropriate audit evidence to support its opinion(s) on the issuer's financial statements and/or ICFR or (2) in audit(s) in which it was not the principal auditor, had not obtained sufficient appropriate audit evidence to fulfill the objectives of its role in the audit; neither did it identify any deficiencies related to other instances of non-compliance with PCAOB standards and/or rules.

CONCLUSION

The first limitation of the research is that not all of the PCAOB registered audit firms are assessed over the inspection reports issued for them. The limitations of this research may be overcome when all PCAOB registered audit firms are assessed in regarding inspection reports. However, the dominance of Big Four helps us in evaluating the market from this point of view.

As far as observed, PCAOB inspection reports are quite standard in layout and wording, which makes them convenient for comparison on year and audit firm basis. EY representative in Türkiye have not undergone an inspection yet. Therefore, this research could not find the chance to make a full comparison among Big Four Türkiye representatives. However, it is possible to make conclusions based on EY performance globally. From audits without Part I.A deficiencies point, EY is the least successful global audit firm among Big Four. Consistently, it has the worst scores in 'Audits with an incorrect opinion on the financial statements and/or ICFR in Part I.A', 'Audits with multiple Part I.A deficiencies', 'Audits with single Part I.A deficiency', and 'Part I.A Deficiency Rate'. A thorough study solely targeting EY inspection reports may help in understanding the reasons behind this outlook. Another point to stress is that future studies may try to find out the reasons of fluctuations in deficiency rates seen in PCAOB inspection reports. Even though a comparison of Big Four against BDO and GT is not satisfactory, still it shows the difference among them. In summary, this research contributes to the literature and opens a window for deeper analyses.

REFERENCES

PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Inspections. U.S. Global Network Firms Inspection Data https://pcaobus.org/oversight/inspections/global-network-firms-inspection-data Accessed May 18, 2025.

PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). PCAOB Inspection Procedures: What Does the PCAOB Inspect and How Are Inspections Conducted? https://pcaobus.org/oversight/inspections/inspection-procedures Accessed May 19, 2025.

PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Oversight. Registration. Registered Firms. https://pcaobus.org/oversight/registration/registered-firms?searchWithin=turkey Accessed May 18, 2025.

PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). Firms. https://rasr.pcaobus.org/Firms/FirmSummaryPublic.aspx? Accessed May 18, 2025

PCAOB Public Company Accounting Oversight Board (2025). PCAOB Cooperative Arrangements with Non-U.S. Regulators. https://pcaobus.org/oversight/international/regulatorycooperation Accessed May 19, 2025

NURSES, ROLE AND PRACTICE IN WOMEN'S AWARENESS REGARDING CERVICAL SCREENING IN ERBİL CITY

Iman Fadhil Omar

Erbil polytechnic University, Erbil Technical Medical Institute

Awaz Aziz Saeid

Hawler Medical University, College of nursing.

Rabar Mohammed Huseein

medical laboratory Technichian, Noble Technical Institute-Erbil-Iraq

ABSTRACT

Background and objectives: Cervical screening is a preventive health test that examines the cervix to identify any unusual changes in cells that might develop into cancer if not treated early. Nowadays nurses have crucial role in enlightening the community about the need and availability of screening tests. This study aimed to assess the level of role and practice of nurses towards cervical screening in Erbil city.

Methods: A quantitative, descriptive cross-sectional study was conducted in Teaching Hospitals in Erbil City, Kurdistan Region, Iraq, from September 1st, 2021, to September1st, 2022. Also, non-probability (convenience) sampling techniques were used for a sample, which included 284 nurses. Data was collected through face-to-face interviews using a questionnaire designed by the investigator. Descriptive statistics SPSS version 27 was used, and statistics of frequencies, percentages and inferential statistical analysis of Chi-square test and fishers exact test were used.

Results: almost half 49.6% of the nurses achieved a good overall role score toward cervical screening and quarter of participants 31% achieved a high overall role regarding cervical screening. Pap smear procedure was the only method was used among the participants 16.1%. The main reasons for not attending the cervical screening test because 36.1% they were unmarried, 24.8% felt unnecessary to perform the procedure. In addition the main source for gaining the knowledge regarding the cervical screening was healthcare workers14.8% Therefore a significant association found between the role of the nurses and level of education,marital status and family history of cervical cancer p-value = 0.016, 0.01 and 0.02 .

Conclusion: To sum up, the nurses had a fair role about cervical screening. Despite the had a fair role in guiding women but they had not have it for themselves. Addressing personal and institutional barriers and providing regular training could strengthen their dual roles and enhance screening practices,as caregivers and role models.

Keywords: Nurses, Role, practice, Cervical screening, Practice, awareness, women

INTRODUCTION

Cervical cancer is the fourth most common cancer in women, ranking after breast cancer (2.1 million cases), colorectal cancer (0.8 million), and lung cancer (0.7 million) [1]. Cervical cancer is characterized by symptoms including abnormal vaginal bleeding and foul-smelling vaginal discharge. However, in many situations, women with cervical cancer have no symptoms [2]. Human papillomavirus (HPV), a sexually transmitted infectious disease, is the most common cause of cervical cancer. Several common risk factors recognized to be associated with cervical cancer worldwide. Sexually transmitted infections (primarily HPV and herpes simplex virus), reproductive sexual factors (multiple sexual partners, early age at first sexual activity, early age at first delivery, parity, and hormonal birth control pills),behavioral factors (cigarettes and obesity), and host factors (genetic sensitivity) are all known to be associated with cervical cancer [3].

Over the past several decades, the incidence of cervical cancer has decreased in developed countries [4]. This is mainly attributed to increased awareness and more effective screening and prevention strategies employed in these countries [5, 6]. In 2018, there were 570,000 new cases and 311,000 deaths from cervical cancer worldwide [1]. Africa has the world's highest cervical cancer incidence and fatality rates, roughly ten times higher than western countries. Organized screening programs can effectively control cervical cancer [7]. According to the World Health Organization (WHO), the crude incidence rate of cervical cancer in Iraq is 2.1 per 100,000 women of all ages[8]. .

Kurdistan is a self-governing province in northern Iraq. It has a population of 8.35 million people and occupies an area of around 40.000 square kilometers, with 36 million people living in Iraq [9]. In Iraq, studies conducted in various cities have indicated an increased frequency of several types of cancer. However, very few studies have been conducted to assess cancer incidence in the country, particularly in the Kurdistan Region. Ramadhan et al,(2011) showed an increased risk of all cancers, including cervical cancer .In recent years, in the first study on cancer incidence in the Kurdistan Region, the risk of cancer has increased in the Kurdistan Region of Iraq as a result of several environmental and epidemiological factors. For example, the incidence of cancer in Halabja city, Kurdistan, is ten times greater than the usual rate owing to the long-term repercussions of the chemical bombing in 1988 [10]. Early diagnosis and treatment of cervical precancerous lesions are critical for lowering cervical cancer morbidity, and death [11] can be prevented by early detection and treatment. Cervical cancer screening programs like the pap smear test visual inspection with acetic acid application (VIA) and HPV screening test have been proven to be the most effective way to prevent cervical cancer. Until 2004, there were no cervical cancer screening programs in the Kurdistan Region. The Ministry of Health in the Kurdistan Region created screening after first study on cervical intraepithelial neoplasia (CIN) the results revealed dysplasia in 4.4% of the population .The program was launched in Erbil in 2006, Duhok in 2008, and Sulemania in 2009 [12]. While there is no mandatory requirement to check for cervical cancer the recommendation of doctors and nurses appears to be the most powerful motivator [13].

Nowadays nurses play a various of roles including patient advocate, caregiver, and research investigator. Nurses can offer correct information to the public to increase knowledge, awareness, and self practice, thereby motivating females in the community to follow recommended cervical cancer screening procedures [14].Nurses may educate women more about the risk factors of carcinoma of the cervix. A pessimistic outlook, lack of awareness, and understanding of cervical cancer screening techniques among healthcare practitioners ,particularly nurses, might seriously challenge cervical cancer control. [15]. Nurses are role models for other women if they routinely get cervical cancer screening checks, they may encourage their colleagues to do the same [16]. The aim of this study is to assess the role and practice of the nurses regarding cervical cancer screening in Erbil city.

Methods: A quantitative, descriptive cross-sectional study was conducted in Teaching Hospitals in Erbil City, Kurdistan Region, Iraq, from September 1st, 2021, to September1st, 2022. Also, nonprobability (convince) sampling techniques were used for a sample, which included 284 nurses. Data was collected through face-to-face interviews using a questionnaire designed by the investigator. Descriptive statistics SPSS version 27 was used, and statistics of frequencies, percentages, and inferential statistical analysis of Chi-square test and fisher exact test were used.

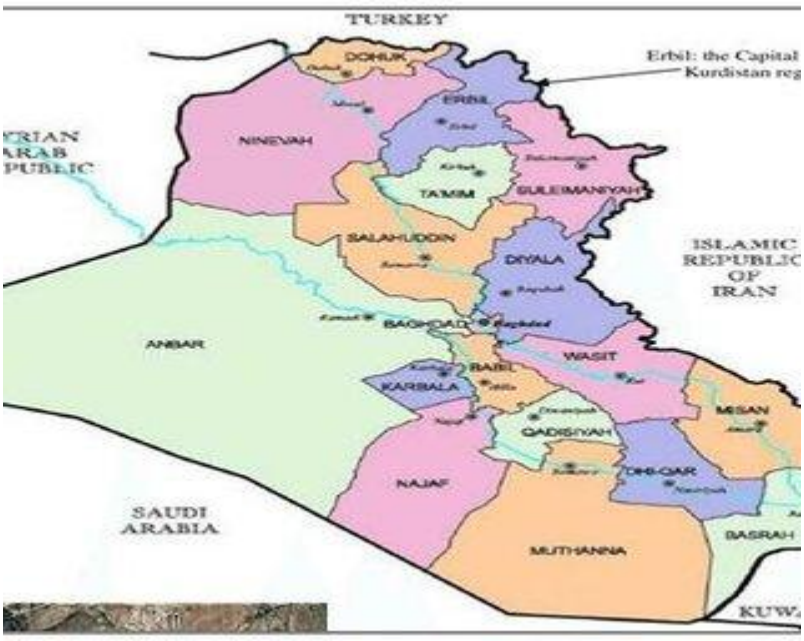


Figure 1: Location of the study area (Iraq Map) [21-24]

METHODS AND SUBJECTS

A quantitative, descriptive cross-sectional study was conducted. The study was carried out in Erbil City, Kurdistan region Iraq from September 1st, 2021, to September 1st, 2022, with non-probability (convince) samples consisting of 284 nurses who worked in Maternity Teaching Hospital, Rzgary Teaching Hospital, Raparin Paediatric Teaching Hospital, Hawler Teaching Hospital, Surgical Teaching Hospital -Cardiac centre, and East emergency Teaching Hospital and have agreed to participate in the research.

The study included the female nurses who were willing to participate in the study, regardless of their degrees of education (primary and high school of nursing, diploma, bachelor, master, Ph.D.). Volunteer nurses were excluded from the study. The Yamane formula has been used to estimate the sample size N= sample size, $E^{2=}$ Margin of error, confidence level =95% and margin of error =0.05. [$N= N/(1+N(e)^2$], $N=985/1+985\ (0.05)^2$ and n=284 nurses.

Direct face-to-face interviews ranging from 25–30 minutes using a questionnaire developed by the researcher were conducted in different hospitals. The questionnaire consisted of three parts. The first part included the socio-demographic characteristics of the study sample such as age, level education, working experience, residency, marital status and family history of cervical cancer. The second part consisted of 9 questions about nurses' role in womens awareness regarding cervical screening. Responses were evaluated as follows: YES = 1 and No = 0. Nurses' responses to questions regarding the role were divided into three categories and scored as follows: poor role (1 to 3), good knowledge (4 to 6), and high knowledge (7 to 9).

The third part evaluating the self practice of nurses regarding cervical cancer screening. Such as Did you do cervical screening , If yes what method have you undergone it….ect **.**

the final part indicates the study samples source of obtaining information about cervical screening for instance health care workers,megazine,internet, google…ect.

some experts in related fields validated the questionnaire, and the pilot study of 27 nurses indicated that the tool was eligible for data collection. The Cronbach's Alpha (reliability of the questionnaire) was 0.75. Before data collection, the researcher explained the research process and study aims to participants and asked each of the participants who agreed to participate to complete a consent form. Formal permission was obtained from the Hawler Medical University/College of Nursing and General Directorate of Health in Erbil Kurdistan /Iraq. All participants have the right to withdraw from the study at any time. The researchers have promised to keep the data information for confidentiality and anonymity. The data were analyzed using SPSS software for statistical analysis Version 27, to calculate descriptive statistical analysis (frequency and percentage). Inferential statistical analysis (chi-square and fisher exact test) was used to determine the association between variables, the (p-value ≤ 0.05) is considered statistically significant.

Results: Less than one-third (25.7%) of the study sample aged between (29–33) years. Pap smear procedure was the only method was used among the participants (16.1%). The main reasons for not attending the cervical cancer screening test because 36.1% they were unmarried, (24.8%) felt unnecessary to perform the procedure. The majority (66.5%) were married, and less than half (49.30%) of them graduated with a technical diploma. More than one-third (38.7%) had 1–5 years of nursing experience. Almost half (49.6) of the participants achieved a fair role in in women's awareness regarding cervical screening. The primary source for obtaining information regarding cervical cancer and screening was healthcare workers (37.6%), followed by medical textbooks (14.8%). There was a significant association between overall role in women's awareness with level of education, marital status and as a nurse have a family history of cervical cancer p-values = 0.016 , 0.01 and 0.02.

RESULTS

Table 1: shows less than one third of participants (25.7 %) their ages were between 29-33 years old. Approximately half of the study sample (49.3%) had a technical diploma education. The highest percentage (38.7%) of the study samples had one to five years of working experience, regarding the marital status more than two third of participants (65.1%) were married. Majority of the samples (94.7%) were living inside the city. Quarter (30.6%) of the participants worked in maternity teaching hospital. Finally, Majority of nurses (93.3%) did not have a history of cervical cancer in their family, only (6.7%) had a family history of cervical cancer, and among them mother, sister, grandmother, and aunt (31.6%, 21.1%, 31.6%, and 15.8%, respectively).

Table 1: Socio-demographic characteristics of the nurses regarding cervical screening

Variables	Subgroups	F.	(%)

Age (groups)	19-23	32	(11.3)
	24-28	66	(23.3)
	29-33	73	(25.7)
	34-38	43	(15.1)
	≥39	70	(24.6)
Level of education	Preparatory nursing school	54	(19.0)
	Technical Diploma	140	(49.3)
	Bachelor	81	(28.5)
	Postgraduate	9	(3.2)
Working experiences	1-5	110	(38.7)
	6-10	63	(22.3)
	11-15	47	(16.5)
	≥16	64	(22.5)
Marital status	Single	86	(30.3)
	Married	189	(66.5)
	Divorced, Widowed and Separated	9	(3.2)
Residence	Urban	269	(94.7)
	Rural	15	(5.3)
Name of the hospitals working in	Maternity Teaching Hospital	87	(30.6)
	Raparin pediatric Teaching Hospital	35	(12.3)
	Hawler Teaching Hospital	70	(24.7)
	Rzgary Teaching Hospital	38	(13.4)
	Surgical specialty Teaching hospital-Cardiac center	36	(12.7)
	Rozhhalat teaching hospital	18	(6.3)
As a nurse do you have any family history of cervical cancer?	yes	19	(6.7)
	No	265	(93.3)
If yes who?	Mother	6	(2.1)
	Sister	4	(1.4)
	Aunt	6	(2.1)
	Grandmother	3	(1.1)

Table 2 :Indicates more than four -fifth (88.0%) of the participants had a critical role in guiding women/ patients regarding personal hygiene and perineal hygiene. Seventy nine percent and point six (79.6%) of study samples gave instruction to patients and women to follow-up an appointment as soon as possible if they had any of the following symptoms associated with cervical cancer: abnormal bleeding, an increase in discharge, pain during sexual activity, or bleeding during sexual activity. two third (60.9%) of participants enrolled in giving instruction to women and patients toward cervical screening.Over fifty (51.4%) of the respondents referred women/patients to cervical screening.

Table 2: Assessment of the nurses' role in women's awareness regarding cervical screening

Variables	Yes F. (%)	No F. (%)
1-Enrolled in providing knowledge to women/patients regarding cervical screening.	173 (60.9)	111 (39.1)
2-Took a Pap smear test for women/patients	79 (27.8)	205 (72.2)
3-Recommended women/patients for screening once every three years after marriage	127 (44.7)	157 (55.3)
4-Informed women/patients that they should start doing a pap smear test after marriage	120 (42.3)	164 (57.7)
5-Referred women/patients to cervical screening	146 (51.4)	138 (48.6)
6-Instructed women/patients about some symptoms of cervical cancer such as irregular bleeding, increased discharge, pain or bleeding during intercourse to follow up Without delaying.	226 (79.6)	58 (20.4)
7-Made any pamphlets in your working place and gave them to women/patients there to have general information about cervical screening.	28 (9.9)	256(90.1)
8-Played a role in guiding women/patients regarding personal hygiene and perineal hygiene.	250 (88.0)	34 (12.0)
9-Guided women/patients to stop doing sexual intercourse, douching, Using vaginal creams, or medications 24 hrs before cervical screening .	145 (51.1)	139(48.9)

Table3: illustrates only 16.1% (n = 46) out 284 of respondents who were aware of pap smear had actually undergone a pap smear test. Of these two- third (63.4%) of the staff underwent the test only once, nearly quarter of them (28.3%) twice, while only eight percent and point seven (8.7%) experienced the test three times .The rest of the study samples out (n=284) four-fifth of nurses (83.8%) had never undergone a test due to some reasons. More than one quarter of participants (36.1%) they were not married ,almost quarter of samples felt not necessary to undertake the pap smear test (24.8%), fourteen percent and point nine of the study samples (14.9%) did not believe the procedure until problem it raised , 4.2% felt uncomfortable for pelvic examination, 2.5% afraid to undergone the test , 2.5% of the respondents,1.2% of participants afraid of cervical cancer thought cervical screening is a painful procedure, 4.6% of the participants had lack of time , 1.6% felt unnecessary.

Table 3: Assessment the nurses self-practice regarding cervical screening

Variables	F.	(%)
Did you do cervical screening ?		
Yes	46	(16.2)
No	238	(83.8)
If yes what method have you undergone it?		
Pap smear test	46	(100.0)
Colposcopy	0	(0.0)
HPV test	0	(0.0)
If undergone cervical screening how many times (n=46)?		
Once	29	(63.0)
Twice	13	(28.3)
More than third	4	(8.7)
If you undergone a cervical screening what was the result?		
Negative	46	(100.0)
Positive	0	(0.0)
Reasons for not undergoing pap smear test (n=238)?		
Feeling not necessary	59	(24.8)
Feeling uncomfortable for pelvic examination	10	(4.2)
Not feeling at risk	22	(9.2)
Lack of time	11	(4.6)
Afraid of undergoing a pap smear test	6	(2.5)
Afraid of cervical cancer	4	(1.2)
I do not believe in it until problem raised	34	(14.9)
Iam not married	92	(38.6)

Approximately half of participants (49.6%) had a fair role in women's awareness, and only nineteen percent and point four (19.4%) of the whole samples had a poor role in this regard (Figure 2).

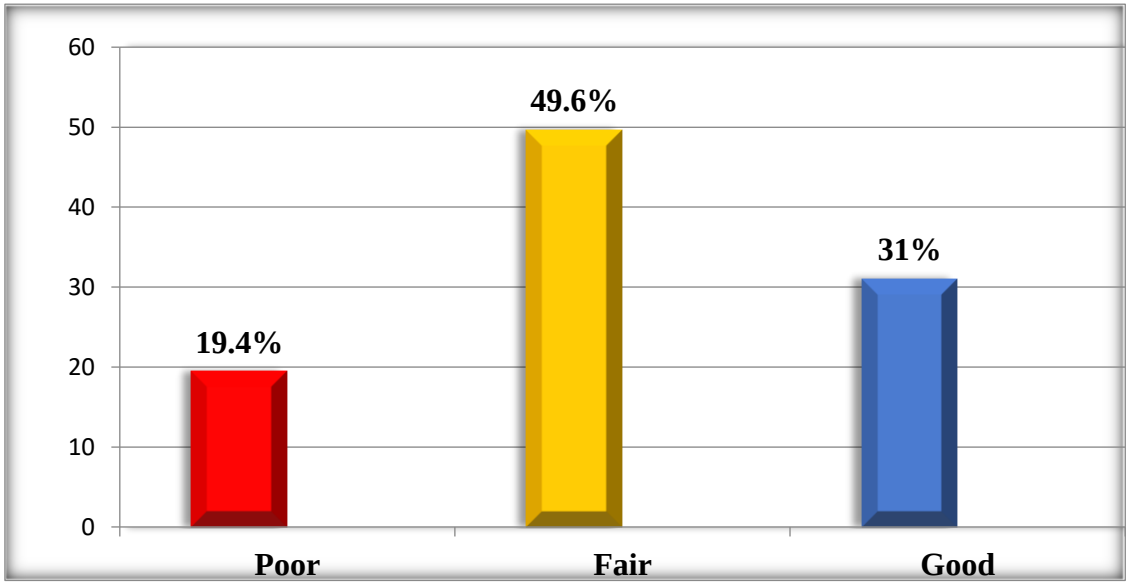


Figure 2: the role of the study samples in women's awareness regarding cervical screening.

Figure 3: indicates the respondents sources for gaining and developing their knowledge regarding cervical screening .The highest percentage (37.6%) of the participants got

information form healthcare workers, 14.8% of them from medical text books, 14.3% searched on Google,14.1% from media respectively ,10.1% from television/radio,6.1% from friends and spouses and only 3.0% got information from newspaper .

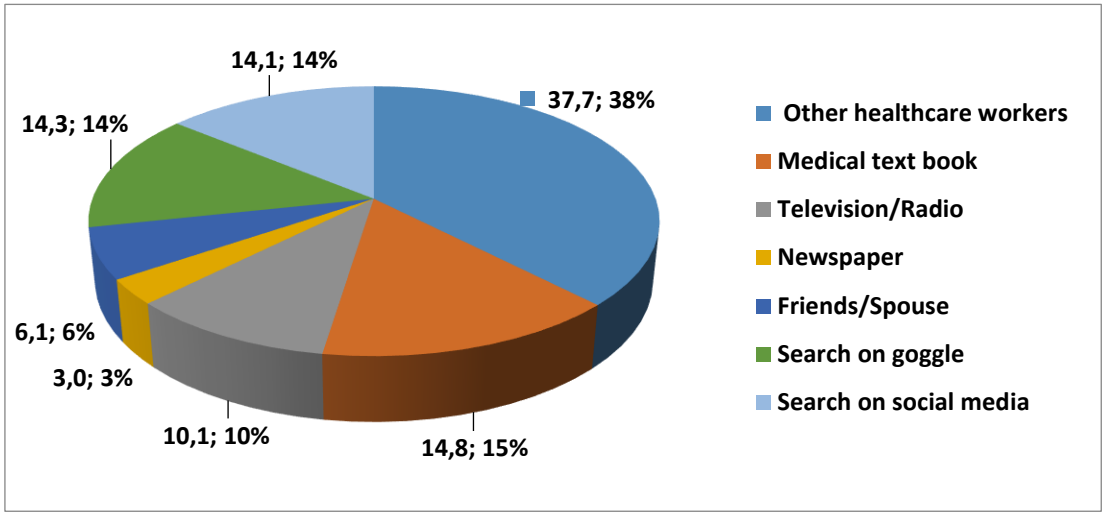


Figure 3: Illustrates nurses' source of information regarding cervical cancer and screening.

Table 4: shows that there is no significant association between age and the overall role (p-value = 0.113). However, it is noteworthy that 15.8% of participants aged between 29 and 33 years demonstrated a good level of role performance, which is higher than that of other age groups.

There is a significant relationship between the level of education and the overall role of nurses (p-value = 0.016). Notably, 25.7% of nurses holding a technical diploma exhibited a good role in this regard.

A similar trend can be observed with years of work experience. Among participants with 1 to 5 years of experience, 23.6% showed a good level of role. However, this association was not statistically significant (p-value = 0.213).

Regarding marital status, a significant association was found with the overall role (p-value = 0.01), with the majority of participants being married (66.5%).Additionally, a significant association was identified between the overall role and whether nurses had a family history of cervical cancer (p-value = 0.02).

Table 4: the association between the nurses role with some sociolect-demographical characteristics

Variables	Poor Role	Fair Role	Good Role	Total	P-value

	F. (%)	F. (%)	F. (%)	F. (%)	
Age					
19-23	5 (15.6)	18 (56.2)	9 (28.2)	32 (11.3)	
24-28	7 (10.6)	40 (60.6)	19 (28.8)	66 (23.2)	
29-33	18 (24.6)	34 (46.6)	21 (28.8)	73 (25.7)	**0.113**
34-38	11 (25.3)	13 (30.2)	19 (46.5)	43 (15.1)	
≥39	14 (20.0)	36 (51.4)	20 (28.6)	70 (24.7)	
Education					
Preparatory nursing school	10 (18.5)	21 (38.9)	23 (42.6)	54 (19.0)	
Technical diploma	31 (22.2)	79 (56.4)	30 (21.4)	140 (49.3)	**0.016**
Bachelor	12 (14.8)	39 (48.1)	30 (37.1)	81 (28.5)	
Postgraduate	2 (22.2)	2 (22.2)	5 (55.6)	9 (3.2)	
Working experience					
1 – 5	14 (12.7)	63 (57.3)	33 (30.0)	110 (38.7)	
6-10	15 (23.8)	30 (47.6)	18 (28.6)	63 (22.2)	**0.213**
11-15	12 (25.5)	17 (36.2)	18 (38.3)	47 (16.6)	
≥16	14 (21.9)	31 (48.4)	19 (29.7)	64 (22.5)	
Marital status					
single	16 (17.8)	56 (62.2)	18 (20)	90 (31.7)	
married	39 (21.1)	79 (42.7)	67 (36.2)	185 (65.1)	**0.01**
Divorced and separated	0 (0.0)	4 (44.5)	5 (55.5)	9 (3.2)	
As a nurse do you have any family history of cervical cancer					
Yes	3 (15.8)	5 (26.3)	11 (57.9)	19(6.7)	
No	52 (19.6)	136 (51.3)	77 (29.1)	265(93.3)	**0.02**

Discussion

This study investigated the role and self-practice of nurses regarding cervical cancer screening in Erbil City. The findings revealed that although nurses demonstrated a fair level of involvement in raising awareness, their personal practice of undergoing cervical screening was remarkably low. Only 16.2% of the participants had ever undergone a Pap smear test, indicating a critical gap between knowledge and personal health practice.

The role of nurses in educating women about cervical cancer screening was evident, as more than 60% of the participants actively engaged in educating patients and encouraging screening. These results are consistent with other studies in similar low-resource settings. For example, a study in Nigeria showed that although nurses were generally knowledgeable about cervical cancer, their practice was limited due to cultural, personal, and systemic barriers [16]. Similarly, shin MB et al. (2021) found that nurses in Uganda were aware of cervical screening's importance but lacked motivation or resources to undergo screening themselves[17].

The low uptake of Pap smear tests among nurses in this study could be attributed to several reasons including being unmarried, feeling it was unnecessary, discomfort with pelvic exams, or fear. These findings mirror the barriers identified in other regions. For instance, in India, fear of pain, embarrassment, and perceived low risk were significant deterrents among healthcare workers [15]. These personal beliefs among healthcare providers can affect their advocacy, as healthcare workers who undergo screening themselves are more likely to recommend it to others [19].

Importantly, the study found a significant association between nurses' role and certain socio-demographic variables such as education level, marital status, and having a family history of cervical cancer. These findings align with a study by Wong et al. (2009), which showed that

healthcare providers with higher education and personal risk factors were more proactive in promoting screening[20].

Furthermore, healthcare workers (37.6%) were the primary source of information for nurses in this study, followed by textbooks and media. This reinforces the importance of continuous professional education. Studies have shown that targeted training programs significantly improve nurses' knowledge and attitudes toward cervical cancer screening [14] Enhancing access to up-to-date training through workshops, online modules, and seminars could bridge the gap between knowledge and action.

The relatively high percentage of nurses who provide information about symptoms such as abnormal bleeding and the importance of hygiene is promising. However, limited involvement in distributing educational materials (only 9.9% provided pamphlets) suggests underutilization of educational resources. A study by Nwobodo and Ba-Break (2015) supports the idea that structured health education programs for nurses enhance community awareness and screening participation[18].

Conclusion

In summary, while nurses in Erbil demonstrate moderate roles in cervical screening awareness and education, their limited personal engagement in screening practices highlights an important contradiction. Addressing personal and institutional barriers and providing regular training could strengthen their dual roles as caregivers and role models.

References

[1] Arbyn M, Weiderpass E, Bruni L,de Sanjosé S ,Saraiya M, Ferlay J et al. Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018: a worldwide analysis. The Lancet Glob-al Health. 2020 Feb 1; 8 (2):e191-203.

[2]Momenimovahed Z, Salehiniya H. Incidence, mortality and risk factors of cervical cancer in the world. Biomedical Research and Ther-apy. 2017 Dec 8;4(12):1795-811.

[3]Misra M, Tiwari V, Tripathi P. Awareness, Attitude and Practices Regarding Cervical Cancer Screening and Vaccination among North Indian Women Population. Journal of Biosciences and Medicines.2020 Mar 5; 8(03):73.

[4]Adegoke O, Kulasingam S, Virnig B. Cervical cancer trends in the United States: a 35-year population-based analysis. Journal of wom-en's health.2012 Oct 1; 21(10):1031-7.

[5]Torre LA, Bray F, Siegel RL, Ferlay J, Lortet-Tieulent J, Jemal A. Global cancer statistics, 2012. CA: a cancer journal for clinicians. 2015 Mar; 65(2):87-108.

[6]Torre LA, Islami F, Siegel RL, Ward EM, Jemal A. Global cancer in women: burden and trends. Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers. 2017 Apr 1; 26(4):444-57.

[7]Arbyn M, Rebolj M ,DeKok IM, Fender M, Becker N , O'Reilly M et al. The challenges of organising cervical screening programmes in the 15 old member states of the European Union. European Journal of Cancer. 2009 Oct 1; 45(15):2671-8.

[8]Majid, E., Shaikh, M.A., Qazi, O.A., Khan, S., Majeed, I. and Bano, K., 2022. Awareness, screening, Practices and attitudes of cervical cancer among doctors and nursing staff working at a tertiary care center.Journal of the Pakistan Medical Association.

[9]Othman RT, Abdul-Jabbar R, Saeed A, Sadiq S, Kittani HM, Mohammed SA, Rashid RM, Hussein NR. Cancer Incidence Rates in the Kurdistan Region/Iraq from. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. 2011; 12:1261-4.

[10]Rasul VH, Cheraghi MA, Moqadam ZB. Influ-encing factors on cervical cancer screening from the Kurdish women's perspective: A qualitative study. Journal of medicine and life. 2015; 8(Spec Iss 2):47.

[11]Abdelraof AM, Anwar MM, El Bahrawe RS. Assessment of the knowledge toward CancerCervix among Nurse Staff in Health Care Facilities in Beni-Suef City Egypt. Egyptian Journal of Medical Research.2020 Jan 1; 1 (1):7-15

[12]Arulogun OS, Maxwell OO. Perception and utilization of cervical cancer screening services among female nurses in University Col-lege Hospital Ibadan Nigeria. Pan African Medical Journal.2012; 11(1).

[13]Ifemelumma CC, Anikwe CC, Okorochukwu BC, Onu FA, Obuna JA, Ejikeme BN et al. Cervical cancer screening: assessment of perception and utilization of services among health workers in low resource setting. Inter-national journal of reproductive medicine. 2019 Feb 3;2019.

[14]Alrasheed AA, Irfan UM. Knowledge, Attitude and Practices Regarding Cervical Cancer and Screening among Saudi Women in Ar Rass, Qassim. Journal of Biosciences and Medicines. 2023 Apr 3;11(4):456-79.

[15]Taneja N, Chawla B, Awasthi AA, Shrivastav KD, Jaggi VK, Janardhanan R. Knowledge, attitude, and practice on cervical cancer and screening among women in India: a review. Cancer Control. 2021 Apr 29;28:10732748211010799.

[16]Ogueji IA, Adejumo AO. Perceived HIV stigmatization and association with cervical screening adoption among HIV-positive women in a Nigerian Secondary Health Facility: Implications for psychological interventions. Journal of HIV/AIDS & Social Services. 2022 Jan 2;21(1):17-26.

[17]Shin MB, Liu G, Mugo N, Garcia PJ, Rao DW, Broshkevitch CJ, Eckert LO, Pinder LF, Wasserheit JN, Barnabas RV. A framework for cervical cancer elimination in low-and-middle-income countries: a scoping review and roadmap for interventions and research priorities. Frontiers in public health. 2021 Jul 1;9:670032.

[18]Nwobodo, H., & Ba-Break, M. Analysis of the perception and practice of cervical cancer screening among Nigerian women. Health Education Research.2015 30(5), 784–793.

[19]Perkins, R. B., Langrish, S. M., Stern, L. J., & Simon, C. J. Caregiver attitudes toward HPV vaccination for adolescents. Journal of Women's Health. 2007 16(9), 1261–1265. https://doi.org/10.1089/jwh.2006.0276

[20]Wong LP, Wong YL, Low WY, Khoo EM, Shuib R. Knowledge and awareness of cervical cancer and screening among Malaysian women who have never had a Pap smear: a qualitative study. Singapore medical journal. 2009 Jan 1;50(1):49.

[21]Hussein RM, Koyun M, Şen B, Sönmez F. Phycolimnological Study on Water Bodies of Two Major Parks in Erbil Province (North Iraq). Fresenıus Environmental Bulletın. 2019 Jan 1; 28:8855-6.

[22]Hussein RM. Effects of iron application to soil on growth and yield of broad bean plant in Erbil city of North Iraq. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2019; 11(95):197-9

[23]Hussein RM. Water quality assessment in some ponds by using algae in Erbil province, north Iraq. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2019; 11(95): 171-4.

[24]Hussein RM, Et.l. Mode of Delivery and Fetal Outcome in Women with Diabetes Mellitus. Journal of Critical Reviews, ISSN- 2394-5125 Vol 09, Issue 04, 2022.

GENERAL EXPRESSION FOR ENERGY LOSSES IN THE PROCESS OF NEUTRINO PAIR EMISSION BY CHARGED LEPTONS (ANTILEPTONS) IN A MAGNETIC FIELD

MAQNİT SAHƏSİNDƏ YÜKLÜ LEPTONLAR (ANTİLEPTONLAR) TƏRƏFİNDƏN NEYTRİNO CÜTLƏRİNİN BURAXILMASI PROSESİNDƏ ENERJİ İTKİLƏRİ ÜÇÜN ÜMUMİ DÜSTUR

F.ü.f.d. Əkbərova Nuridə Yaşar qızı

Orcid.org/ 0009-0000-0568-1536

Naxçıvan Dövlət Universiteti

Şükürova Yaqut Telman qızı

Orcid.org/ 0009-0001-4079-2888

Naxçıvan Dövlət Universiteti

Məmmədova Xuraman Ədalət qızı

Orcid.org/ 0009-0001-5215-0524

Naxçıvan Dövlət Universiteti

Abstract

In this study, one of the quantum processes occurring in stellar media in the presence of a magnetic field—namely, the emission of neutrino–antineutrino pairs by charged leptons (or antileptons)—is examined. As a result of this process, energy is lost from the stellar matter, which significantly affects the thermodynamic and structural evolution of the star. The corresponding amount of energy loss per unit volume and per unit time is calculated within the framework of statistical quantum mechanics in a generalized form.

The initial expression for energy loss is presented by equation (1), which includes the phase-space distribution functions of the initial and final states, the squared modulus of the matrix element, the conservation conditions for energy and momentum, as well as the energy carried away in the process. This expression is further refined by incorporating the influence of the magnetic field, spin polarization states of leptons, and Fermi statistics.

The distribution functions of the participating leptons and neutrinos are described by the Fermi–Dirac distribution, with due consideration given to their respective temperatures and chemical potentials (see equations (8)–(10)). Moreover, the expressions are simplified using a specific system of natural units, including Boltzmann's constant.

Due to the magnetic field, the energy levels and orbitals of charged leptons are quantized, and the calculations in this framework involve the Landau quantum number, orbital motion coordinates, and contributions from antisymmetric tensors. In this context, the squared matrix element (as expressed in equations (13) and (25)) is formulated in detail based on the momentum components, angular variables, and kinematic constraints of neutrinos and antineutrinos.

As a final result, the general energy loss per unit volume and unit time due to neutrino pair emission by charged leptons (or antileptons) in a magnetic field is derived in the form:

In this derivation, integrals are performed with the help of delta functions that enforce energy and momentum conservation, and the components of the neutrino and antineutrino momenta are expressed in terms of polar and azimuthal angles within the spherical coordinate system.

It is important to note that spin summation and averaging are not performed in the calculations, as the analysis explicitly considers the spin polarization of leptons.

Keywords: energy losses, distribution function, matrix element, spin summation

Xülasə

Bu məqalədə maqnit sahəsinin iştirakı ilə ulduz mühitində baş verən kvant proseslərindən biri — yüklü leptonlar (və ya antileptonlar) tərəfindən neytrino və antineytrino cütlərinin buraxılması hadisəsi nəzərdən keçirilmişdir. Bu proses nəticəsində ulduz maddəsində enerji itkisi baş verir ki, bu da ulduzun termodinamik və struktur təkamülünə əhəmiyyətli təsir göstərir. İlgili enerji itkilərinin miqdarı vahid zamanda və vahid həcmdə baş verən proseslər üçün statistik kvant mexanikası çərçivəsində ümumiləşdirilmiş şəkildə hesablanır.

Enerji itkisi üçün ilkin ifadə (1) düsturunda təqdim olunur və bu ifadə başlanğıc və son halların faza həcmindəki paylanma funksiyaları, matris elementinin modulu, enerji və impulsun saxlanması şərtləri, eləcə də proses zamanı ayrılan enerji ilə ifadə olunur. Ardınca, bu ifadə daha da konkretləşdirilərək maqnit sahəsinin təsiri, leptonların spin polyarlaşma halları və fermi statistikası nəzərə alınmaqla inkişaf etdirilir.

Burada iştirak edən leptonların və neytrinoların paylanmaları Fermi–Dirak paylanma funksiyası ilə təsvir olunur və uyğun olaraq onların temperaturu və kimyəvi potensialları nəzərə alınır (bax: düsturlar (8-10). Həmçinin, istifadə edilən vahidlər sistemində (Boltsman sabiti daxil olmaqla) ifadələr sadələşdirilmiş formaya salınmışdır.

Maqnit sahəsi səbəbilə yüklü leptonların enerjiləri və orbitalları kvantlaşdırıldığından, bu sistemdə Landau kvant ədədi, orbit hərəkətinin koordinatları və antisimmetrik tenzorların iştirakı ilə hesablamalar aparılır. Bu kontekstdə matris elementinin modulu (13 və 25 düsturlarında) neytrino və antineytrinoların impuls komponentləri, bucaqlar və kinematik şərtlər əsasında detallı şəkildə ifadə edilmişdir.

Son nəticə olaraq, maqnit sahəsində yüklü leptonlar (və ya antileptonlar) tərəfindən neytrino cütlərinin buraxılması nəticəsində ulduz maddəsinin vahid həcmində, vahid zamanda baş verən ümumi enerji itkisi aşağıdakı şəkildə verilmişdir:

Burada inteqrallar delta funksiyalarının köməyi ilə yerinə yetirilmiş, enerji və impulsun saxlanması qanunları nəzərə alınmış, sferik koordinat sistemində neytrino və antineytrinoların polyar və azimutal bucaqları vasitəsilə impuls komponentləri təyin olunmuşdur.

Qeyd edək ki, hesablamalarda spin cəmləməsi və ortalaması aparılmamışdır, çünki bu analizdə leptonların spin polyarlaşması xüsusi olaraq nəzərdən keçirilmişdir.

Açar sözlər: enerji itkiləri, paylanma funksiyasi, matris elementi, spin cəmlənməsi

Maqnit sahəsində yüklü leptonlar (antileptonlar) tərəfindən neytrino cütləri buraxılması prosesində yüklü leptonlar tərəfindən neytrino cütlərinin buraxılması hesabına ulduz mühitindən enerji ayrılır. Vahid zamanda ulduz mühitinin vahid həcmindəki enerji (enerji itkiləri) ümumi halda

$$\frac{d\mathrm{E}}{dt} = \frac{1}{V}\int \prod_i dn_i\, f_i \prod_f dn_f \left(1 - f_f\right) \frac{\left|M_{if}\right|^2}{\Im} q^\circ \qquad (1)$$

düsturu ilə hesablanır. Burada dn_i və dn_f faza həcm elementindəki, uyğun olaraq, başlanğıc və son halların sayı, f_i - başlanğıc halda olan zərrəciklərin paylanma funksiyaları, f_f - son halda olan zərrəciklərin paylanma funksiyaları, $\left|M_{if}\right|^2 / \Im$ - prosesin matris elementinin modulunun kvadratının vahid zamandakı qiyməti, $\Im$ - ümumi qarşılıqlı təsir zamanı, q° - bir reaksiyada mühitdən ayrılan enerjidir. Maqnit sahəsində yüklü leptonlar (antileptonlar) tərəfindən neytrino cütlərinin buraxılması prosesində yüklü leptonlar tərəfindən neytrino cütlərinin buraxılması hesabına vahid zamanda ulduz mühitinin vahid həcmindəki enerji itkiləri üçün

$$\frac{d\mathrm{E}}{dt} = \frac{1}{V}\int dn_e\, f_e\, dn_{e'} \left(1 - f_{e'}\right) dn_\nu \left(1 - f_\nu\right) dn_{\tilde{\nu}} \left(1 - f_{\tilde{\nu}}\right) \frac{\left|M_{if}\right|^2}{\Im} q^\circ \qquad (2)$$

düsturu doğrudur. Burada

$$dn_e = \frac{L_y}{2\pi} dp_y \frac{L_z}{2\pi} dp_z, \qquad (3)$$

$$dn'_e = \frac{L_y}{2\pi} dp'_y \frac{L_z}{2\pi} dp'_z, \qquad (4)$$

$$dn_\nu = \frac{V d\vec{k}'}{(2\pi)^3} \qquad (5)$$

$$dn_{\tilde{\nu}} = \frac{V d\vec{k}}{(2\pi)^3} \qquad (6)$$

daxil etməklə maqnit sahəsində yüklü leptonlar tərəfindən neytrino cütlərinin buraxılması prosesində yüklü leptonlar (antileptonlar) tərəfindən neytrino cütləri buraxılması hesabına vahid zamanda ulduz mühitinin vahid həcmindəki enerji itkiləri üçün

$$\frac{d\mathrm{E}}{dt}=\frac{G_F^2}{(2\pi)^7}\frac{L_yL_z}{\omega\omega' V}\int Qq^{\circ}(1-f_{\nu})(1-f_{\tilde{\nu}})f_e(1-f_{e'})\delta(E'+\omega'+\omega-E)\times$$

$$\times\delta(p_y'+q_y-p_y)\delta(p_z'+q_z-p_z)dp_ydp_zdp_y'dp_z'd\vec{k}d\vec{k}'$$

(7)

ümumi ifadəsini alırıq. (1) və (3) düsturlarında

$$f_e=f_e(E)=\frac{1}{e^{\frac{E-\mu_e}{T}}+1} \tag{8}$$

başlanğıc haldakı yüklü leptonların Fermi-Dirak paylanması, $f_{e'}=f_{e'}(E')$ son haldakı yüklü leptonların Fermi-Dirak paylanması, μ_e - yüklü leptonların kimyəvi potensialı, T - yüklü lepton qazının temperaturu,

$$f_{\nu}=f_{\nu}(\omega')=\frac{1}{e^{\frac{\omega'-\mu_{\nu}}{T_{\nu}}}+1} \tag{9}$$

neytrinoların Fermi-Dirak paylanması, μ_{ν} - neytrinoların kimyəvi potensialı, T_{ν} - neytrino qazının temperaturu,

$$f_{\tilde{\nu}}=f_{\tilde{\nu}}(\omega)=\frac{1}{e^{\frac{\omega+\mu_{\nu}}{T_{\nu}}}+1} \tag{10}$$

antineytrinoların Fermi-Dirak paylanmasıdır. Biz $\hbar=c=k_B=1$ olan vahidlər sistemindən istifadə edirik. Burada k_B - Bolsman sabitidir.

(7) düsturundakı R kəmiyyəti aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$R=N_{\alpha\beta}J^{\alpha}J^{*\beta}, \tag{11}$$

$$N_{\alpha\beta}=k_{\alpha}k_{\beta}'+k_{\alpha}'k_{\beta}-g_{\alpha\beta}(kk')+i\varepsilon_{\alpha\beta\mu\nu}k^{\mu}k'^{\nu} \tag{12}$$

Burada $g_{\alpha\beta}$ - metrik tenzor və $\varepsilon_{\alpha\beta\mu\nu}$ - vahid antisimmetrik tenzordur $(\alpha,\beta,\mu,\nu = 0,1,2,3)$

Neytrino və antineytrinoların hərəkətinin ixtiyari kinematikası üçün R kəmiyyəti üçün aşağıdakı ümumi ifadə doğrudur:

$$R = \left(\omega\omega' + k_x k'_x + k_y k'_y + k_z k'_z\right)\left(J^0\right)^2 + \left(\omega\omega' + k_x k'_x - k_y k'_y - k_z k'_z\right)\left|J_1^2\right| + \left(\omega\omega' - k_x k'_x + k_y k'_y - k_z k'_z\right)\times$$

$$\times\left|J^2\right|^2 + \left(\omega\omega' - k_x k'_x - k_y k'_y + k_z k'_z\right)\left(J^3\right)^2 - 2\left(\omega k'_x + k_x\omega'\right)\mathrm{Re}\, J^0 J^1 - 2\left(\omega k'_y + k_y\omega'\right)\mathrm{Re}\, J^0 J^2 -$$

$$-2\left(\omega k'_z + k_z\omega'\right)J^0 J^3 + 2(k_x k'_y + k_y k'_x)\,\mathrm{Re}\, J^1 J^{2^*} + 2(k_x k'_z + k_z k'_x)\,\mathrm{Re}\, J^1 J^3 +$$

$$+2(k_y k'_z + k_z k'_y)\,\mathrm{Re}\, J^2 J^3 - 2(k_y k'_z - k_z k'_y)\,\mathrm{Im}\, J^0 J^1 - 2(k_z k'_x - k_x k'_z)\,\mathrm{Im}\, J^0 J^2 +$$

$$+2\left(\omega' k_z - \omega k'_z\right)\mathrm{Im}\, J^{1^*} J^2 - 2(\omega' k_x - \omega k'_x)\,\mathrm{Im}\, J^2 J^3 + 2(\omega' k_y - \omega k'_y)\,\mathrm{Im}\, J^1 J^3 . \qquad (13)$$

p_y kvant ədədinin yüklü leptonun hərəkət orbitinin x koordinatını

$$x = x_0 = -\frac{p_y}{eH} \qquad (14)$$

müəyyən etdiyini və bu koordinatın

$$-\frac{L_x}{2} \le x = x_0 \le \frac{L_x}{2} \qquad (15)$$

parçasında dəyişdiyini nəzərə almaqla (7) ifadəsində dp_y üzrə inteqrallamanı yerinə yetirmək olar:

$$\int dp_y = eHL_x . \qquad (16)$$

dp'_y və dp'_z üzrə inteqrallamalar delta funksiyalarının köməyi ilə yerinə yetirilir:

$$\int F(...)\delta(p'_y + q_y - p_y)dp'_y = F(...), \quad (17)$$

$$\int F(...)\delta(p'_z + q_z - p_z)dp'_z = F(...) \quad (18)$$

Sferik koordinat sistemində antineytrinoların (neytrinoların) polyar bucağını $\vartheta(\vartheta')$ ilə, azimutal bucağını isə $\alpha(\alpha')$ ilə işarə etməklə antineytrinoların (neytrinoların) impulslarının komponentlərini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$k_x = \omega \sin\vartheta \cos\alpha, \quad (19)$$

$$k_y = \omega \sin\vartheta \sin\alpha, \quad (20)$$

$$k_z = \omega \cos\vartheta, \quad (21)$$

$$k'_x = \omega' \sin\vartheta' \cos\alpha', \quad (22)$$

$$k'_y = \omega' \sin\vartheta' \sin\alpha', \quad (23)$$

$$k'_z = \omega' \cos\vartheta' . \quad (24)$$

Burada ştrixsiz kəmiyyətlər antineytrinolara, ştrixli kəmiyyətlər isə neytrinolara aiddir. (19)-(24) ifadələrini nəzərə almaqla (13) ifadəsini

$$R = \omega\omega' R_0 \quad (25)$$

şəklində yazmaq olar. R_0 kəmiyyətinin quruluşu başlanğıc və son hallarda olan yüklü leptonların polyarlaşma hallarından asılıdır və onu bir qədər sonra verəcəyik.

(25) münasibətini,

$$d\vec{k} = \omega^2 d\omega d\Omega, \quad (26)$$

$$d\vec{k}' = \omega'^2 d\omega' d\Omega' \quad (27)$$

cisim bucağı elementlərini (7) düsturunda nəzərə alsaq, maqnit sahəsində yüklü leptonlar (antileptonlar) tərəfindən neytrino cütlərinin buraxılması prosesində yüklü leptonlar (antileptonlar) tərəfindən neytrino cütləri buraxılması hesabına vahid zamanda ulduz mühitinin vahid həcmindəki enerji itkiləri üçün aşağıdakı düstur alınır:

$$\frac{d\mathrm{E}}{dt}=\frac{G_F^2}{(2\pi)^7}eH\int\ \omega^2\omega'^2q^{\circ}(1-f_{\nu})(1-f_{\tilde{\nu}})f_e(1-f_{e'})\times \\ \times\delta(E'+\omega'+\omega-E)dp_z d\omega d\omega' d\Omega d\Omega' \tag{28}$$

Polyarlaşma effektlərinə baxdığımıza görə başlanğıc (son) haldakı yüklü leptonların spinləri üzrə ortalama (cəmləmə) aparmırıq.

Enerjinin saxlanmasını ifadə edən delta funksiyanı sadələşdirib,

$$\delta(E'+\omega'+\omega-E)=\sum_i\frac{E_iE_i'}{|E_i'p_{zi}-E_ip_{zi}'|}\delta(p_z-p_{zi}) \tag{29}$$

şəklində yazmaq olar. Burada E_i, E_i' enerjinin saxlanması qanununu, p_{zi} və p_{zi}' isə impulsun üçüncü komponentinin saxlanması qanununu $(p_z=p_z'+k_z+k_z')$ ödəyir. Bu halda maqnit sahəsində yüklü leptonlar (antileptonlar) tərəfindən neytrino cütlərinin buraxılması prosesində yüklü leptonlar (antileptonlar) tərəfindən neytrino cütləri buraxılması hesabına vahid zamanda ulduz mühitinin vahid həcmindəki enerji itkiləri aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\frac{d\mathrm{E}}{dt}=\frac{G_F^2}{(2\pi)^7}eH\times \\ \times\int\sum_i\frac{E_iE_i'}{|E_i'p_{zi}-E_ip_{zi}'|}Q_0\omega^2\omega'^2\vec{q}(1-f_{\nu})(1-f_{\tilde{\nu}})f_e(1-f_{e'})d\omega d\omega' d\Omega d\Omega'. \tag{30}$$

Nəticə olaraq maqnit sahəsinin iştirakı ilə yüklü leptonlar (və ya antileptonlar) tərəfindən neytrino–antineytrino cütlərinin buraxılması prosesində ulduz mühitində enerji itkilərinə səbəb olduğu göstərilmişdir.

Maqnit sahəsində yüklü leptonların neytrino cütləri buraxması nəticəsində ulduz mühitində baş verən enerji itkiləri üçün ümumi kvant-statistik ifadə (düstur (1) və sonrakı ifadələr) verilmişdir. Bu ifadədə iştirak edən parametrlərə faza həcmindəki başlanğıc və son halların paylanma funksiyaları, matris elementinin kvadratı və enerjinin saxlanması şərtləri daxildir.

Yekunda (30) düsturu ilə maqnit sahəsində baş verən bu proses nəticəsində vahid zamanda və vahid həcmdə baş verən enerji itkisi üçün tam ifadə əldə edilmişdir. Bu ifadə ulduz mühitində enerji balansının və termodinamik təkamülün hesablanmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Bu nəticələr ulduzların daxili fizikasında maqnit sahəsinin təsiri ilə baş verən zərrəciyəməlegətirmə proseslərinin nəzəri modelləşdirilməsinə mühüm töhfə verir. Enerji

itkilərinin dəqiq hesablanması ulduzların soyuması, neytron ulduzlarının dinamikası və maqnetarların müşahidə olunan xüsusiyyətlərinin izahı üçün fundamental əhəmiyyət daşıyır.

Ə D Ə B İ Y Y A T

1. Hüseynov V. A., Qasımova R. E. Maqnit sahəsində tərs yüklü lepton parçalanması proseslərində polyarlaşma effektləri // Fizikanın müasir problemləri I Respublika konfransı (6-8 dekabr 2007-ci il, Bakı, Azərbaycan Respublikası). Məqalələr toplusu. Bakı, 2007, s.25-26.

2. Борисов А. В., Морозова Л. В., Нанаа М. К. Обратный распад мюона в постоянном внешнем поле // Известия вузов. Физика, 1992, № 12, с.106-111.

3. Muxtarov A. İ. Kvant mexanikası: Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti. Bakı: “Maarif” nəşriyyatı, 1999, 608s.

4. Sadıxov F. S. (Mutlutürk). Kvant və yüksək enerjilər fizikasının əsasları. Bakı: “Avropa” nəşriyyatı, 2006, 320s.

5. Cəfərov İ. H., Quliyev N. A. Neytrino. Bakı: Elm, 2005, 116s.

6. Бакал Дж. Нейтринная астрофизика. М.: Мир, 1993.

7. Əsgərov B. M. Termodinamika və statistik fizika: Ali məktəblər üçün dərslik. Bakı: “Bakı Universiteti” nəşriyyatı, 2005, 625s.

KADINLARIN İŞ GÜCÜ PİYASASINA GİRİŞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERE TEORİK BİR BAKIŞ

A THEORETICAL PERSPECTIVE ON THE FACTORS AFFECTING WOMEN'S PARTICIPATION IN THE LABOR MARKET

Meliha YURTTAŞ

Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Yüksek Lisans Öğrenci, Ordu, Türkiye

ORCID: https://orcid.org/0009-0004-1453-6145

ÖZET

Dünya da nüfusun yarısını sahip olan kadınlar, geçmişten günümüze kadar üretim süreçlerinde yer almışlardır. Sanayi Devrimi'nin başlamasıyla kadınların ücretli iş gücüne katılımı ivme kazanmış, dokuma sektörü kadınları yoğun olarak istihdam eden alan olmuştur. I. ve II. Dünya Savaşlarında erkek nüfusunun çoğunun askere alınmasıyla kadınların değişik sektörlerde de iş gücüne katılımı sağlamıştır. Türkiye'de ise Cumhuriyet döneminden sonra kadınların eğitim alması ve sosyal haklara erişmesi konusunda önemli adımlar atmıştır. Kadınlara seçme-seçilme hakkı tanınması, kadının toplumsal ve ekonomik hayattaki konumunu güçlendirmiştir. Toplumların kalkınması ve gelişmesi, sahip oldukları üretim araçlarını ancak doğru ve verimli kullanmalarıyla sağlanır. İş gücü, bu faktörler arasında en önemli olanıdır. Kadınların iş gücüne dâhil olması, sürdürülebilir büyüme açısından önemli yere sahiptir. Ancak, tarih boyunca kadınların iş gücü piyasasındaki konumu erkeklere oranla daha sınırlı kalmıştır. Evli kadın sayısı, kadın istihdamını belirleyen en önemli unsurdur. Türkiye'de kadınların iş gücüne katılımını ekonomik koşullar ve toplumsal rollerin etkilediği görülmektedir. Kadınların iş gücüne katılımının erkeklere göre düşük olmasının nedenleri; kadının iş yaşantısı ile evdeki sorumlulukları bir araya geldiğinde ağır gelmesi, eğitimde fırsat eşitsizliği, ücret düşüklüğü, çocuk sayısının fazla olması, göç etkisi olarak sıralanabilir. Kadınların ev hayatındaki yerinin önemi, iş hayatlarına yansımaktadır. Birincil görevinin ev ve çocuklar olduğu, anne olmanın sorumluluğunun iş hayatına yansıyacağı düşüncesi toplumumuzda yaygındır. Bu durumun iş hayatında verimliliğin düşük olmasına sebep olacağı önyargısı, işverenlerin kadın istihdamını ikincil görmelerine neden olmaktadır. Kadınlara uygun görülen işler; çocuk bakımı, temizlik, yemek gibi ev hayatının ihtiyaçları olmuştur. Kadınların anaç duyguları, temizliğe ve düzene yatkın olmaları; eğitim görmüş ise hemşire, öğretmen vb. eğitim görmemiş ise; çocuk bakımı, temizlik görevlisi, tarım işçisi, terzi vb. mesleklere uygun oldukları düşünülür. Bu düşünceler, çalışma yaşamını şekillendirmekte, mesleklerin cinsiyete göre sınıflandırılmasına neden olmaktadır. Mesleklerin cinsiyete göre sınıflandırılmış olması, kadınların eğitim haklarını sınırlandırmakta ve iş gücü piyasasına girişini etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: İşgücü, Cinsiyet, Meslek

ABSTRACT

Women, who make up half of the world's population, have been involved in production processes from past to present. With the beginning of the Industrial Revolution, women's participation in the paid labor force gained momentum, and the weaving sector became the field

that employed women intensively. With the conscription of most of the male population during World Wars I and II, women's participation in the labor force in different sectors was ensured. In Turkey, after the Republican era, important steps were taken to ensure women's education and access to social rights. The granting of the right to vote and be elected has strengthened the position of women in social and economic life. The development and progress of societies can only be achieved through the correct and efficient use of the means of production they possess. Labor force is the most important among these factors. The inclusion of women in the labor force has an important place in terms of sustainable growth. However, throughout history, women's position in the labor market has remained more limited than that of men. The number of married women is the most important determinant of female employment. Economic conditions and social roles affect women's labor force participation in Turkey. The reasons why women's participation in the labor force is lower than men's can be listed as the combination of women's work life and their responsibilities at home, inequality of opportunity in education, low wages, high number of children, and the effect of migration. The importance of women's place in home life is reflected in their work life. It is common in our society to think that their primary duty is home and children and that the responsibility of being a mother will be reflected in their work life. The prejudice that this will lead to low productivity in business life causes employers to see women's employment as secondary. The jobs deemed suitable for women are the needs of domestic life such as childcare, cleaning and cooking. Women are thought to be suitable for professions such as nurses, teachers, etc. if they are educated, and child care, cleaning, agricultural workers, tailors, etc. if they are not educated. These ideas shape working life and lead to the classification of occupations according to gender. The fact that occupations are classified according to gender limits women's right to education and affects their access to the labor market.

Keywords: Labor Force, Gender, Occupation

GİRİŞ

Kadınlar, tarih boyunca üretim süreçlerinin ayrılmaz bir parçası olmuş; gerek ev içinde gerekse ev dışında farklı biçimlerde ekonomik faaliyetlerde yer almışlardır. Sanayi Devrimi ile birlikte kadın emeği ücretli işgücüne entegre olmuş, özellikle tekstil ve dokuma gibi sektörlerde kadın istihdamı dikkat çekici biçimde artmıştır (Aksoy, Felek, Yayla & Çeviş, 2019). Birinci ve İkinci Dünya Savaşları döneminde erkek nüfusun büyük kısmının askere alınması, kadınların iş gücü piyasasında daha görünür hale gelmesini sağlamış, bu da kadının ekonomik rolünün yeniden tanımlanmasına zemin hazırlamıştır. Türkiye'de ise Cumhuriyet'in ilanıyla birlikte kadının toplumsal hayatta daha aktif bir rol üstlenmesi amacıyla önemli adımlar atılmıştır. Tevhid-i Tedrisat Kanunu ile eğitimde birlik sağlanmış, Türk Medeni Kanunu ile kadınlara medeni haklar tanınmış, 1930'lu yıllarda ise seçme ve seçilme hakkı verilerek siyasal katılım teşvik edilmiştir (Öztürk, 2019). Ancak tüm bu hukuki gelişmelere rağmen, Türkiye'de kadınların iş gücüne katılımı, erkeklerle kıyaslandığında hâlâ oldukça düşük seviyededir. TÜİK (2023) verilerine göre, son yıllarda artış gösterse de bu oran Avrupa Birliği ortalamasının gerisinde kalmaktadır (TÜİK 2023).Kadınların işgücüne katılımının düşük olmasının temel nedenleri arasında; geleneksel toplumsal cinsiyet rolleri, kadının ev içi sorumluluklarının fazlalığı, doğurganlık oranı, çocuk bakımı yükü, düşük ücretler, eğitimde fırsat eşitsizliği ve göç etkisi gibi yapısal faktörler yer almaktadır (Aksoy 2019 Öztürk, 2019). İşverenlerin kadın çalışanları, annelik sorumlulukları nedeniyle "verimliliği düşük" bireyler olarak görmeleri, kadınların işe alım süreçlerinde ikincil planda tutulmalarına yol açmaktadır. Ayrıca kadınlara sıklıkla temizlik, çocuk bakımı, hasta bakımı gibi ev içi rollerle uyumlu mesleklerin uygun görülmesi, mesleklerin cinsiyete göre ayrıştırılmasına neden olmakta; bu durum hem toplumsal cinsiyet

eşitsizliğini hem de kadınların ekonomik hayattaki görünmezliğini artırmaktadır (Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 2019).Kadınların iş gücüne katılımında son yıllarda bazı ilerlemeler sağlanmış olsa da, yapısal engellerin tam anlamıyla ortadan kaldırıldığı söylenemez. Toplumsal cinsiyet rollerinin kadınlara yüklediği ev içi sorumluluklar, çocuk ve yaşlı bakımı gibi görevlerin ağırlığı, kadınların iş yaşamında aktif yer almasını güçleştirmektedir. Buna ek olarak, kayıt dışı çalışma biçimlerinin yaygınlığı ve kadınların erkeklere oranla daha düşük ücretlerle istihdam edilmesi gibi sorunlar da hâlen devam etmektedir. Özellikle eğitim seviyesi düşük kadınların iş gücüne katılım oranının %25'in altında seyretmesi, eğitimin istihdam üzerindeki belirleyici etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu genç nüfus ve geniş iş gücü potansiyelinden etkili biçimde yararlanabilmesi için kadın istihdamının artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda yalnızca kamusal düzenlemeler yeterli olmayıp, özel sektörün de sürece aktif katkı sunması gerekmektedir. Kadınların iş yaşamında daha güçlü şekilde yer alması, sadece ekonomik kalkınmaya değil, aynı zamanda toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanmasına da önemli katkılar sağlayacaktır.

KADININ İŞGÜCÜNE KATILIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kadınların işgücü piyasasındaki temsili, erkeklere oranla hâlâ daha düşük seviyelerdedir. Toplumsal cinsiyet rolleri, geleneksel değer yargıları ve kadına yönelik kalıplaşmış algılar, kadınların iş hayatında yeterince yer alamamasının temel nedenleri arasındadır. Erken yaşta eğitime erişimin kısıtlı olması, mesleki yönlendirmede cinsiyete dayalı ayrımcılıklar, ev içi sorumlulukların yalnızca kadınlara yüklenmesi ve kadın dostu politikaların yetersizliği, bu durumu pekiştiren unsurlar arasında yer alır.

Kadının Eğitim Durumu

Kadınların eğitim düzeyi, işgücü piyasasına katılımlarını doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Eğitimli bireyler, nitelikli işlerde çalışma şansı elde ederken, daha yüksek ücret ve daha iyi çalışma koşullarına sahip olabilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, yıllar içinde kadınların eğitim düzeyinde artış yaşanmış olsa da erkeklerle aradaki fark devam etmektedir. Bu fark, kadınların işgücüne katılım oranlarını da doğrudan etkilemektedir.

Eğitim, sadece bireyin mesleki becerisini artırmakla kalmaz; aynı zamanda özgüven kazandırarak karar alma süreçlerine aktif katılımı destekler. İşgücü piyasasında yer almak isteyen kadınlar için eğitim, sadece ekonomik bir yatırım değil, aynı zamanda sosyal güçlenmenin de temelidir.

Medeni Durum

Kadınların işgücüne katılımını etkileyen önemli faktörlerden biri de medeni durumdur. Evli kadınlar, özellikle ev içi sorumlulukların artması sebebiyle çalışma hayatına katılmada daha fazla zorluk yaşamaktadır. Evlilik ve özellikle çocuk sahibi olma süreçleri, kadının işgücü piyasasında kalma süresini kısaltabilmekte veya çalışma isteğini azaltabilmektedir (Tansel, 2002:12).Bekâr kadınlar ise zaman ve sorumluluk açısından daha esnek olduklarından işgücüne daha rahat dâhil olabilmektedir. Evlilik sonrası işten ayrılma ya da çalışma temposunu azaltma eğilimi, toplumsal beklentilerle de şekillenmektedir. Bu durum, kadınların istihdamda sürekliliğini olumsuz etkileyebilir.

2.3. Aile ve Eş Özellikleri

Kadının iş hayatına katılımında eşinin ve ailenin tutumu büyük önem taşır. Eşin eğitim düzeyi, ekonomik durumu ve kadının çalışma kararlarına verdiği destek, kadınların işgücüne katılımını doğrudan etkiler (İlkkaracan, 2015:171). Geleneksel aile yapısına sahip hanelerde erkeklerin iş dışı sorumluluklara katılımının azlığı, kadınların iş ve aile hayatını dengelemekte zorlanmasına yol açar. Eşin çalışma durumu da bu süreçte belirleyici olabilir; eşin istihdamda olması

kadınların çalışma motivasyonunu artırabileceği gibi, tam tersi durumda da engelleyici olabilir (Ünlütürk Ulutaş, 2009:89). Aile içi iş bölümü ve destek mekanizmaları, kadınların iş yaşamındaki sürekliliği için kritik öneme sahiptir.Destekleyici bir eş, kadının istihdamda yer almasını kolaylaştırırken, geleneksel bakış açısına sahip bir eş bu süreci zorlaştırabilir. Aynı zamanda aile içindeki iş bölümü de kadınların iş ve aile sorumluluklarını dengelemesinde etkili olmaktadır.

Çocukların Bakımı

Kadınların işgücüne katılımını engelleyen başlıca unsurlardan biri çocuk bakım sorumluluğudur. Özellikle küçük yaşta çocuk sahibi olan kadınların çalışma hayatına katılım oranları daha düşüktür. Çünkü çocuk bakım yükü genellikle kadınların üzerinde yoğunlaşmakta ve bu durum çalışma kararlarını olumsuz etkilemektedir (Jaumotte, 2003:96). Ülkemizde kreş ve gündüz bakım hizmetlerinin yetersizliği, bu sorunun büyümesine neden olmaktadır. İşverenlerin çocuk bakım desteği sunmaması ve devletin sosyal hizmet alanındaki eksiklikleri, kadınların istihdam oranlarını sınırlamaktadır (Uraz vd., 2010:6). Kreş ve gündüz bakım hizmetlerinin yetersizliği, çalışan annelerin karşılaştığı başlıca sorunlar arasında yer alır. Bu durum, iş ve aile yaşamını dengelemek isteyen kadınların işgücünden uzak kalmalarına neden olabilmektedir. Kreş hizmetlerinin yaygınlaştırılması ve işyerinde esnek çalışma saatleri gibi uygulamalar, kadınların işgücüne daha aktif katılımını teşvik edecektir.

Yasal Uygulamalar

Kadınların iş hayatına katılımını artırmak için geliştirilen yasal düzenlemeler, özellikle doğum izni, süt izni, kreş hakkı ve eşit işe eşit ücret gibi hakları içermektedir. Ancak bu yasal düzenlemelerin etkin bir şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır (Korkmaz ve Korkut, 2012:63). Türkiye'de mevzuatta kadınların çalışma hayatını destekleyen birçok düzenleme bulunmakla birlikte, uygulamada karşılaşılan eksiklikler kadınların işgücüne katılımını engelleyen faktörler arasında yer almaktadır (Hanbay Çakır, 2011:78). İşverenlerin kadın çalışanlara yönelik ayrımcılık yapması ve işyerlerinde esnek çalışma imkânlarının azlığı, yasal hakların etkin kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yasal politikaların sadece düzenlenmesi değil, uygulama ve denetiminin güçlendirilmesi gerekmektedir.Ancak bu yasal hakların uygulamada karşılık bulmaması ya da işverenler tarafından caydırıcı unsurlar olarak görülmesi, kadınların işgücüne katılımını sınırlayan bir diğer unsurdur.

Ücret Eşitsizliği

Kadınların işgücüne katılımında ücret eşitsizliği önemli bir engeldir. Aynı niteliklere ve deneyime sahip kadınların erkeklere göre daha düşük ücret almaları, kadınların çalışma motivasyonunu olumsuz etkilemektedir (Toksöz, 2007:35). Ücret adaletsizliği, kadınların ekonomik bağımsızlıklarını kazanmasını zorlaştırmakta ve kariyer gelişimlerini engellemektedir. Bu durum, kadınların iş piyasasında uzun vadede dezavantajlı konuma düşmesine neden olur. Ayrıca ücret eşitsizliği, kadınların iş hayatındaki varlığını sürdürebilmeleri için karşılaştıkları önemli psikolojik ve sosyoekonomik sorunların artmasına yol açmaktadır (Tansel, 2002:15).

Toplumsal Cinsiyet Temelli Bakış Açısı

Toplumsal cinsiyet rollerine dayalı bakış açısı, kadınların işgücüne katılımında temel bir engel teşkil etmektedir. Kadınların öncelikle ev işleri ve çocuk bakımı ile sorumlu tutulması, onların iş yaşamındaki aktif rollerini kısıtlamaktadır (Tokgöz vd., 2001:29). Cinsiyetçi iş bölümü, kadınların belirli mesleklerle sınırlandırılmasına ve yönetim kademelerinde yer alamamasına neden olmaktadır (Ayvaz Kızılgöl, 2012:100). Bu durum, kadınların kariyer beklentilerini olumsuz etkileyerek işgücünden çekilmelerine sebep olmaktadır. Toplumsal farkındalık ve

eğitimle bu algıların değiştirilmesi, kadınların iş hayatındaki varlığını artırmada önemli bir adım olacaktır.

Kentsel ve Kırsal Yaşam Koşulları

Kadınların işgücüne katılımında coğrafi koşullar da önemli bir etkendir. Kentsel alanlarda eğitimli kadınların iş bulma şansı daha fazla iken, kırsal bölgelerde kadınlar çoğunlukla ücretsiz aile işçisi olarak çalışmakta ve bu durum istihdam verilerine tam olarak yansımamaktadır. Kırsalda, özellikle tarım sektöründe çalışan kadınların eğitim seviyesi düşük olduğundan, işgücü piyasasındaki görünürlükleri de sınırlı kalmaktadır.

LİTARATÜR

Kadınların iş gücü piyasasına girişini etkileyen faktörlere teorik bir bakış konusunda gerek ulusal gerekse uluslararası literatür de pek çok çalışma bulunaktadır. Ulusal ve uluslararası literatür de bulunan bazı çalışmalar şunlardır;

Kızılgöl (2012) çalışmasında ; Türkiye genelinde, 2002-2008 döneminde kadınların çalışma isteklerini etkileyen faktörlerin araştırılması amaçlanmıştır. 2002-2008 yılı Hanehalkı Bütçe Anketlerinden elde edilen veriler bir araya getirilerek birleştirilmiş veriler ile çalışılmıştır. Elde edilen bulgular, evli ve bekar kadınların iş gücüne katılımında hane geliri, eğitim düzeyi, bakıma muhtaç bireylerin varlığı, konut mülkiyeti ve yaş gibi faktörlerin belirleyici rol oynadığını ortaya koymuştur.

Karabıyık (2012) çalışmasında; Türkiye'de kadın istihdamının çalışma hayatındaki yerini incelemiştir. TÜİK verileri kullanılmıştır. Veriler neticesinde kadın istihdamı bütün yönleriyle ele alınmıştır. Kadın istihdamının kalkınma açısında önemi; mevcut toplumsal yapı ve izlenen ekonomik politikalar neticesinde kadının iş gücüne katılımın arzu edilen düzeye ulaşacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Korkmaz ve Korkut (2012) çalışmalarında Türkiye'de kadının istihdam edilmesine engel olan nedenleri araştırmışlardır. Bu engellerin başında kadının medeni durumu, 0-5 yaş arası çocukların varlığı, eğitim seviyesi, kadınların çalışmasına yönelik toplumun bakış açısı ve kadınların istihdamını arttırmaya yönelik yasal düzenlemelerin yeterli düzeyde olmaması gibi faktörlerin olduğunu belirtmişlerdir.

Günsoy ve Özsoy (2012) çalışmalarında ; 2005-2011 yılları arasında Türkiye'de eğitim durumlarına göre kadınların işgücüne katlımın ekonomik büyümeye katkılar araştırılmıştır. VAR modeli kullanılmıştır. Çalışmaya göre Eğitim almış kadınların işgücüne katılım oranı ve ücret artışı olduğu gözlemlenmiştir.

Taşseven ve Arkadaşları (2016) çalışmalarında, OECD ülkelerinde kadın istihdamının belirleyicileri olan kişi başına düşen GSYİH, kadınların erkeklere oranı, işsizlik oranı,doğurganlık oranı ve ücretli çalışanların sayısını panel logit modeli kullanarak analiz etmektir. Veriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir .1990 ile 2013 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır. işgücüne katılım oranı üzerinde en yüksek etkiye sahip değişkenin doğurganlık oranı olduğu bulunmuştur.

Demirtaş ve Yayla (2017) çalışmalarında, 1995-2012 yılları arasında OECD ülkeleri ve gelişmekte olan 113 ülke için incelenmiştir. Panel veri analizine dayalı sabit etkiler ve rassal etkiler modellerine göre tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Analiz OECD ülkeleri ve gelişmiş ülkeler olarak 2 başlığa ayırmıştır. OECD ülkelerinde küreselleşmenin kadın iş gücü üzerinde pozitif yönlü bir etkiye, gelişmekte olan ülkeler için ise negatif yölü etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır.

Akgeyik (2017) çalışmasında; Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2007-2016 yıllarını içeren verilerin, kadınların işgücüne katılım eğilimini ve bu artışa neden olan sebeleri analiz etmektir. Çalışma sonucunda eğitim düzeyindeki artışın, işgücü katılımını etkileyen en önemli unsur olduğunu ortaya koymuştur. Eğitim seviyesi yüksek olan kadınların diğer kadınlara oranla işgücünde daha yüksek oranla yer aldığını göstermiştir. Üniversite mezunu kadınlarda evlilik yaşının yükseldiği görülüp istihdama katılımda diğer bir etken olduğu gözlenmiştir.

Siew ve Arkadaşları (2018) çalışmalarında; 2016 yılında Malezya'da kadın istihdamı sayısında bir artış görülmüştür.Yaşanan artışın iş-yaşam dengesi ve kadınların kariyer gelişimine etkisi incelenmesi amaçlanmıştır. Pearson Moment Korelasyon Katsayısı ve Çoklu Regresyon Testi kullanılmıştır. Sonuç olarak Malezya'da kadınların İş-yaşam dengesi, mentorluk desteği işgücünde ilerlemesini etkileyen önemli etken olduğu görülmüştür.

Aksoy ve Arkadaşları (2019) Çalışmalarında; 1988-2018 Türkiye. ARDL sınır testi yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın amacı; Kadın istihdamının etkileyen faktörlerin incelenmesi. Türkiye de geçim sıkıntısının kadın istihdamını etkileyen en önemli faktör olduğu sonucuna varılmıştır.

Najeeb ve Arkadaşları (2020) çalışmalarında; Güney Asya'daki istihdam kalıplarını ve eğilimlerini incelemektedir.Afganistan, Bangladeş, Butan, Hindistan, Nepal, Pakistan ve Sri Lanka'dan yaklaşık yüz nüfus sayımı ile yapıalan anketten elde edilen sonuçlar kullanılmıştır.2001'den bu yana kadınların iş gücüne katılın katılımının az olduğunu ve genel olarak değişmediğini, orta yaş gruplarında cinsiyetler arası istihdam farkının daha net bir şekilde ortaya çıktığını, kentlere göre kırsalda kadının istihdamının daha çok olduğu görülmüştür.

Tebello Hilda Msimanga , Tshediso Joseph Sekhampu , (2020) çalışmalarınada; Güney Afrika'nın Bophelong kasabasında genel istihdam durumlarını ve istihdam etkileyen engelleri belirlemek için 300 kadın hane reisi üzerine anket uygulanmıştır.Bophelong'daki işsiz kadın reislerin çoğunun nitelik eksikliği, tecrübe eksikliği ve mülakat sırasında olumsuz davranışların kadın istihdamını etkilediğini göstermiştir. Bu çalışma sonucunda, yüksek olan işsizlik oranını azaltacak politikaların oluşturulması açısından önemlidir. Eğitim seviyeleri, kişisel yetenekleri görüldüğünde iş bulma şanslarının artıracağı savunulmaktadır.

Köse ve İnce (2022) çalışmalarında; Kadın yöneticilerin ve öğretmelerin kariyer engelleri incelenmektedir. Araştırma Kahramanmaraş ili merkez ilçelerinde görevli 8 kadın yönetici ile 8 kadın öğretmenden oluşan çalışma grubuyla yapılmıştır. Öğretmenlerin mesleki heyecanlarını kaybetmemesi, çalışma şartlarının düzenlenmesi, kadınlara kariyer yapma süreçlerine destek sağlayan çözümler üretilmesi, aile eğitimlerine önemin artması, izinle ilgili engelleri aşmayı hedefleyen yeni düzenlemelerin yapılması, kreş imkanlarının artması ve doğum izininin daha fazla olması yönünde yeni görüşler öne sürülmüştür.

Merdan (2023) çalışmasında; Türkiye'de istihdam, işsizlik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koyan modeller açıklanmıştır.Türkiye'de 1990-2022 yılları arası ele alınmıştır. Johansen Eş Bütünleşme Testi" ve "Granger nedensellik Analizi" kullanılmıştır. Analiz sonuçları, kısa dönemde ekonomik büyümenin istihdamı olumlu yönde etkilediğini, ancak uzun dönemde aralarında anlamlı bir bağlantı olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca, modele dahil edilen diğer değişkenler arasında nedensel bir ilişki saptanmamıştır.

SONUÇ

Kadınların işgücü piyasasına aktif katılımı, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği ve toplumsal kalkınmanın sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Kadınların üretim süreçlerinde yer alması, yalnızca ekonomik fayda değil, sosyal yapıda da olumlu dönüşümler

yaratmaktadır. Ekonomik olarak bağımsızlığını kazanan kadınlar, aile ve toplum içindeki rollerinde daha güçlü bir konuma gelmektedir. Kadınların işgücüne katılımını etkileyen en önemli faktörlerden biri eğitim düzeyidir. Eğitim seviyesi yükseldikçe kadınların işgücü piyasasında yer alma oranları artmakta, daha nitelikli ve iyi koşullarda iş bulma imkânları genişlemektedir. Bu nedenle eğitim olanaklarının artırılması ve mesleki eğitimin yaygınlaştırılması, kadınların ekonomik hayatta daha etkin rol üstlenmelerini sağlamaktadır. Medeni durum da kadınların istihdama katılımı üzerinde etkili bir unsurdur. Özellikle evli ve çocuk sahibi kadınların, ev içi sorumluluklar nedeniyle iş hayatından uzaklaştığı gözlemlenmektedir. Çocuk bakım hizmetlerinin yaygınlaştırılması, uygun maliyetli ve ulaşılabilir hale getirilmesi, bu sorunun çözümünde önemli bir adım olacaktır. Aynı şekilde, esnek çalışma modellerinin geliştirilmesi de kadınların iş ve aile yaşamını daha dengeli bir şekilde sürdürmesine yardımcı olabilir. İşgücü piyasasında karşılaşılan ücret eşitsizliği, kadınların istihdamını olumsuz etkileyen önemli bir başka faktördür. Kadınların, benzer nitelik ve sorumluluk düzeyine sahip işlerde erkeklere kıyasla daha düşük ücretler alması, toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin ekonomik yansımalarından biridir. Bu eşitsizliğin giderilmesi için yasal düzenlemeler kadar toplumsal bilinçlenme de gereklidir.Toplumsal cinsiyet temelli bakış açısı da kadınların iş yaşamına katılımını doğrudan etkilemektedir. Kadına yönelik geleneksel rol beklentileri, onların istihdamda daha az yer almasına neden olmaktadır. Bu nedenle toplumsal cinsiyet eşitliğine yönelik politikalar, sadece kadınların değil toplumun tüm kesimlerinin bilinçlendirilmesini hedeflemelidir.Sonuç olarak, kadınların işgücü piyasasındaki yerini güçlendirmek çok boyutlu bir yaklaşımla mümkündür. Eğitim, yasal düzenlemeler, bakım hizmetleri, ücret politikaları ve toplumsal tutumlar bir bütün olarak ele alınmalı; kadınların iş hayatında kalıcılığı desteklenmelidir. Bu yaklaşım, hem bireysel refahın hem de toplumsal kalkınmanın temel taşlarından biri olacaktır.

KAYNAKÇA

Akgeyik, T. (2017). Türkiye'de Kadınların İşgücü Piyasasına Katılımını Etkileyen Faktörler: Tüik Verileri Üzerine Bir Analiz. Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi(70), 31-53.

Aksoy, N., Felek, Ş., Yayla, N., & Çeviş, İ. (2019). Kadınların İşgücü Piyasasına Katılımını Etkileyen Faktörler: Teorik Bir Bakış. Yönetim Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 17(3), 146–163. Https://Doi.Org/10.11611/Yead.594124

Ayvaz Kızılgöl, Ö. (2012). Cam tavan sendromu bağlamında kadınların yönetim kademesinde yer alamaması. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16(3), 95-105.

Çelik, A. (2017). Kadınların İşgücüne Katılımını Etkileyen Faktörler: Türkiye Örneği. Sosyal Ve Beşeri Bilimler Dergisi, 9(2), 112-130.

Dedeoğlu, S. (2010). Emek, Sermaye Ve Kadınlar. Ankara: Dipnot Yayınları.

Dpt (2020). 11. Kalkınma Planı (2019-2023). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji Ve Bütçe Başkanlığı.

Gençtürk, Z. (2022). Türkiye'de Kadının İşgücüne Katılımını Etkileyen Faktörler. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (43), 361-394.

Gündüz-Hoşgör, A., & Smits, J. (2008). Female Employment İn Turkey: The Role Of Religion And Conservatism. The Journal Of Economic And Social Research, 10(2), 25-51.

Günsoy, G., & Özsoy, C. (2012). Türkiye'de Kadın İşgücü, Eğitim Ve Büyüme İlişkisinin Var Analizi. Finans Politik Ve Ekonomik Yorumlar(568).

Hanbay Çakır, H. (2011). "Kadınların İşgücüne Katılımını Belirleyen Faktörler", Sosyal Politika Dergisi, 1(1), Ss. 73-82.

Hanbay Çakır, H. (2011). Türkiye'de kadın istihdamı ve karşılaşılan sorunlar. *Selçuk* Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25, 75-85.

İlkkaracan, İ. (2015). "Kadınların İşgücüne Katılımı Ve Cinsiyet Eşitsizliği", İktisat Fakültesi Mecmuası, 65(1), Ss. 165-179.

Jaumotte, F. (2003). "Labour Force Participation Of Women: Empirical Evidence On The Role Of Policy And Other Determinants", Oecd Economic Studies, No. 37.

Karabıyık, İ. (2015). Türkiye'de Çalışma Hayatında Kadın İstihdamı. Marmara Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 32(1), 231-260.

Kızılgöl, Ö. A. (2012). Türkiye'de Eğitimde Cinsiyet Eşitsizliğinin Yoksulluk Üzerindeki Etkisi. Yönetim Ve Ekonomi Dergisi, 19(1), 179-191.

Korkmaz, M. Ve Korkut, U. (2012). Toplumsal Cinsiyet Ve İstihdam Politikaları. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Köse, A., & İnce, S. (2022). Kadın Yönetici Ve Öğretmenlerin Kariyer Engelleri. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23(3), 1717-1755. Https://Doi.Org/10.17679/İnuefd.1141438

Merdan, K. (2023). Ekonomik Büyüme, İşsizlik Ve İstihdam İlişkisi: Türkiye Örneği. Yönetim Ve Ekonomi Dergisi147-166. Https://Doi.Org/10.18657/Yonveek.1361775

Msimanga, T. H, & Sekhampu, T. J. (2020). Perceived Barriers To Employment: A Case Of Female Household Heads İn A South African Township. International Journal Of Social Sciences And Humanity Studies, 12(1), 175-191.

Öztürk, H. (2019). Antalya'da Kadın İstihdamına Yönelik Saha Araştırması. [Makale].

Tansel, A. (2002). "Economic Development And Female Labor Force Participation İn Turkey: Time-Series Evidence And Cross-Province Estimates", Erc Working Papers, 01/05.

Tokgöz, S. Vd. (2001). Kadın Ve Ekonomi. İzmir: Ege Yayınları.

Toksöz, G. (2007). Türkiye'de Kadın İstihdamı: Sorunlar Ve Politikalar. Ankara: Ilo Türkiye Ofisi.

Türkiye İstatistik Kurumu (Tüik). (2023). İşgücü İstatistikleri. Https://Www.Tuik.Gov.Tr

Uraz, A. Vd. (2010). Recent Trends İn Female Labor Force Participation İn Turkey. World Bank Research

Ünlütürk Ulutaş, Ç. (2009). "Aile, Eş Ve Kadın İstihdamı", Toplum Ve Sosyal Hizmet, 20(1), Ss. 85-94.

Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi. (2019). Kadın istihdamında toplumsal cinsiyet eşitsizliği. 17(4), 213-230.

CALCULATION OF HORIZONTAL AND DEPTH AXIS DISPLACEMENT OF AN OBJECT USING MONOCULAR VISION

MONOKÜLER GÖRÜŞ KULLANILARAK BİR CİSİMİN YATAY VE DERİNLİK EKSENİ YER DEĞİŞTİRMESİNİN HESAPLANMASI

Kadir YILDIZ

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Institute of Science, Department of Advanced Technologies, Burdur, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-6827-3509

Dr. Öğr. Üyesi Ersan OKATAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Gölhisar School of Applied Sciences, Department of Computer Technologies and Information Systems, Burdur, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6511-3450

ABSTRACT

This study presents a low-cost and practical methodology developed to measure the metric displacement of an object with a known size in three-dimensional (3D) space using a monocular camera and YOLOv8, an object detection model. The proposed approach employs a dynamic camera calibration technique based on a single reference image and a known object size, without requiring traditional calibration targets or complex hardware setups. The method combines the fundamental geometric principles of the pinhole camera model with the power of deep learning in object detection.The methodology includes the following steps: detecting the 2D pixel coordinates of the target object with YOLOv8, calculating the camera's effective focal length using the known object size and a single reference distance measurement, and then metrically determining the 3D coordinates of the object at two different positions and the Euclidean displacement between them using this focal length.Experimental analyses demonstrate the method's applicability and potential, while also revealing systematic error sources and limitations, particularly those arising from lens distortion and object detection accuracy. This work offers an accessible alternative for 3D motion analysis in situations where high precision is not critical.

Keywords: Monocular Camera, 3D Pose Estimation, Metric Displacement, Low-Cost Methodology

ÖZET

Bu çalışma, tek gözlü (monocular) bir kamera ve bir nesne tespit modeli olan YOLOv8 kullanılarak, bilinen boyuta sahip bir nesnenin üç boyutlu (3B) uzaydaki metrik yer değiştirmesini ölçmek için geliştirilen düşük maliyetli ve pratik bir metodoloji sunmaktadır. Önerilen yaklaşım, geleneksel kalibrasyon hedefleri veya karmaşık donanım kurulumları gerektirmeyen, tek bir referans görüntüsü ve bilinen bir nesne boyutuna dayalı dinamik bir kamera kalibrasyon tekniği kullanmaktadır. Yöntem, iğne deliği kamera modelinin temel geometrik prensiplerini, derin öğrenmenin nesne tespitindeki gücüyle birleştirmektedir. Metodoloji, YOLOv8 ile hedef nesnenin iki boyutlu (2B) görüntüdeki piksel koordinatlarının

tespiti, bilinen nesne boyutu ve tek bir referans mesafe ölçümü kullanılarak kameranın etkin odak uzaklığının hesaplanması ve bu odak uzaklığı ile nesnenin iki farklı konumdaki 3B koordinatlarının ve aralarındaki Öklid yer değiştirme miktarının metrik olarak belirlenmesi adımlarını içermektedir. Gerçekleştirilen deneysel analizler, yöntemin uygulanabilirliğini ve potansiyelini göstermekle birlikte, özellikle lens bozulması (distorsiyon) ve nesne tespiti doğruluğundan kaynaklanan sistematik hata kaynaklarına ve sınırlılıklara sahip olduğunu da ortaya koymaktadır. Bu çalışma, yüksek hassasiyetin kritik olmadığı durumlarda, 3B hareket analizi için erişilebilir bir alternatif sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Monoküler Kamera, 3B Konum Tespiti, Metrik Yer Değiştirme, Düşük Maliyetli Metodoloji

GİRİŞ

Üç boyutlu (3B) hareket ve yer değiştirme analizi; robotik (Siegwart vd., 2011), otonom araçlar (Schwesinger vd., 2018), biyomekanik (Thelen vd., 2003) ve endüstriyel denetim (Ding vd., 2022) gibi pek çok mühendislik ve bilim alanında temel bir gereksinimdir. Bu alanlardaki uygulamalar, nesnelerin konumunu ve hareketini doğru bir şekilde belirleme yeteneğine dayanır. Geleneksel olarak bu tür metrik ölçümler, genellikle yüksek maliyetli ve karmaşık donanım kurulumları gerektiren yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

Geleneksel 3B ölçüm yöntemleri arasında LiDAR, stereo görüntüleme sistemleri ve yapılandırılmış ışık teknikleri bulunur. LiDAR, lazer darbelerinin uçuş süresini ölçerek yüksek doğrulukta 3B nokta bulutları üretir. Bu teknoloji, otonom araçlar ve haritalama uygulamalarında yaygın olarak kullanılsa da, yüksek maliyeti ve yağmur veya sis gibi çevresel koşullara duyarlılığı nedeniyle her zaman uygun değildir. Stereo görüntüleme sistemleri, iki veya daha fazla kamera kullanarak derinlik bilgisini paralaks prensibiyle elde eder. Uygun maliyetli ve doğru sonuçlar verebilse de, düşük dokulu alanlarda zorluk yaşanabilir ve kamera kalibrasyonu hassasiyet gerektirir. Yapılandırılmış ışık sistemleri ise, sahneye yansıtılan belirli desenlerin deformasyonunu analiz ederek 3B veri çıkarır. Bu yöntem yüksek hassasiyet sunsa da, dış ortam ışığına ve hareketli nesnelere karşı hassas olabilir. Daha büyük ölçekli 3B modelleme için SfM ve SLAM gibi teknikler de kullanılır; ancak bu yöntemler yüksek hesaplama maliyeti, hata birikimi ve büyük veri seti gereksinimi gibi zorluklar içerir.

Tek gözlü kameralar, düşük maliyetleri, kompakt yapıları ve kolay entegrasyon imkanları sayesinde 3B ölçüm uygulamaları için cazip bir alternatif sunar. Ancak, tek gözlü görüntülemenin doğasındaki derinlik belirsizliği metrik 3B ölçümler için temel bir kısıtlamadır. Bu kısıtlamayı aşmak için literatürde çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Geometrik yöntemler, bilinen referans nesneleri veya sahne geometrisi hakkında ön bilgi kullanarak iğne deliği kamera modelinin geometrik prensipleriyle derinlik veya mesafe hesaplamaları yapar (Zhang, 2000). Bu yöntemler genellikle basit olsa da, kalibrasyon hedeflerine veya belirli sahne varsayımlarına bağımlıdır. Geçmişte, derin öğrenme tabanlı tek gözlü metrik derinlik tahmini (Monocular Metric Depth Estimation - MMDE) alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Eigen vd., 2014; Godard vd., 2017). Bu modeller, doğrudan görüntüden piksel bazında metrik derinlik haritası tahmin edebilirken, yüksek doğruluk ve genellenebilirlik için büyük ve çeşitli veri kümelerine ihtiyaç duyar. Ayrıca, eğitim süreçlerinin karmaşıklığı ve tahmin edilen derinliğin doğruluğunun çevresel koşullara bağımlılığı gibi zorlukları bulunur.

Bu çalışma, yüksek maliyetli donanımlar ile tek gözlü görüntülemenin doğasındaki belirsizlik arasındaki boşluğu doldurmayı amaçlayan pragmatik ve hibrit bir yaklaşım sunmaktadır. Literatürdeki tam sahne rekonstrüksiyonunu hedefleyen karmaşık MMDE modellerinin aksine, bu metodoloji belirli bir problemi çözmeye odaklanır: geometrisi önceden bilinen tek bir nesnenin 3B uzaydaki metrik yer değiştirmesinin ölçülmesi. Çalışmanın temel katkısı, son teknoloji bir nesne tespit modeli olan YOLOv8'in hız ve doğruluk avantajlarını, iğne deliği

kamera modelinin temel geometrik prensipleriyle birleştirmesidir. Metodolojinin en yenilikçi yönü, standart kalibrasyon hedefleri gerektirmeyen, hedef nesnenin kendisini bir "kalibrasyon cetveli" olarak kullanarak kameranın etkin odak uzaklığını anında hesaplayan dinamik bir tek görüntü kalibrasyon tekniği kullanmasıdır. Bu yaklaşım, yöntemi son derece erişilebilir ve pratik kılarak, geleneksel 3B ölçüm sistemlerinin uygulanamadığı durumlar için etkili bir alternatif sunmayı hedeflemektedir. Metodoloji, YOLOv8 ile hedef nesnenin 2B görüntüdeki piksel koordinatlarının tespiti, bilinen nesne boyutu ve tek bir referans mesafe ölçümü kullanılarak kameranın etkin odak uzaklığının hesaplanması ve bu odak uzaklığı ile nesnenin iki farklı konumdaki 3B koordinatlarının ve aralarındaki Öklid yer değiştirme miktarının metrik olarak belirlenmesi adımlarını içermektedir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

3B hareket ve yer değiştirme analizi, robotik, otonom araçlar, biyomekanik ve endüstriyel denetim gibi pek çok mühendislik ve bilim alanında kritik bir rol oynamaktadır. Bu alanlardaki uygulamalar, nesnelerin konumunu ve hareketini doğru bir şekilde belirleme yeteneğine dayanır. Geleneksel olarak, metrik 3B ölçümlerin elde edilmesinde kullanılan yöntemler, genellikle yüksek maliyetli ve karmaşık donanım kurulumları gerektirmektedir.

Geleneksel çözüm yöntemlerinden biri olan LiDAR (Light Detection and Ranging) sistemleri, lazer darbelerinin uçuş süresini ölçerek son derece hassas ve yoğun 3B nokta bulutları elde etmede yaygın olarak kullanılır (Nüchter, 2008). Özellikle otonom sürüş ve haritalama uygulamalarında tercih edilen LiDAR, yüksek maliyeti ve bazı çevresel koşullara (yağmur, sis gibi) duyarlılığı nedeniyle her zaman pratik bir çözüm olmayabilir.

Bir başka yöntem stereo görüş sistemleridir. İki veya daha fazla kalibre edilmiş kamera kullanarak paralaks prensibiyle derinlik bilgisi çıkarır (Szeliski, 2010). Bu sistemler, insan görüş sistemine benzer şekilde çalışır ve nispeten düşük maliyetli donanımlarla yüksek doğrulukta derinlik haritaları üretebilir. Ancak, stereo eşleştirme probleminin karmaşıklığı, doku eksikliği olan bölgelerde performans düşüşü ve kamera kalibrasyonunun zorluğu gibi zorluklar içerir (Scharstein ve Szeliski, 2001).

Başka bir yöntem olan yapılandırılmış ışık sistemleri ise bilinen bir ışık desenini sahneye yansıtarak ve bu desenin yüzeydeki deformasyonunu analiz ederek 3B geometriyi elde eder (Geng, 2011). Bu yöntemler yüksek doğruluk sunsa da, dış ortam koşullarına (parlak güneş ışığı) ve dinamik sahnelere karşı hassasiyetleri sınırlayıcı olabilir.

Daha geniş ölçekli 3B rekonstrüksiyon için hareketten yapı (Structure from Motion - SfM) (Barfoot, 2017) ve eşzamanlı konumlandırma ve haritalama (Simultaneous Localization and Mapping - SLAM) (Klein ve Murray, 2007) gibi teknikler geliştirilmiştir. SfM, ardışık görüntülerden sahnenin 3B yapısını ve kamera pozlarını eşzamanlı olarak tahmin ederken, SLAM hem robotun konumunu belirleyip hem de çevresinin bir haritasını oluşturur. Bu yaklaşımlar kapsamlı 3B rekonstrüksiyonlar sağlayabilirken, yüksek hesaplama maliyeti, birikimli hata (drift) sorunları ve genellikle geniş veri kümeleri gerektirmeleri gibi zorlukları vardır.

Tek Gözlü Görüş Sistemleri ve Derinlik Tahmini

Tek gözlü kameralar, düşük maliyetleri, kompakt yapıları ve kolay entegrasyon imkanları sayesinde 3B ölçüm uygulamaları için cazip bir alternatif sunar. Ancak, tek gözlü görüntülemenin doğasındaki derinlik belirsizliği (yani, aynı boyuttaki bir nesnenin hem yakın ve küçük, hem de uzak ve büyük görünme olasılığı) metrik 3B ölçümler için temel bir kısıtlamadır.

Bu kısıtlamayı aşmak için literatürde çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir:

1. Geometrik Yöntemler: Bilinen referans nesnelerin kullanıldığı veya sahne geometrisi hakkında önsel bilginin (örn. zemin düzlemi) olduğu durumlarda, iğne deliği kamera modelinin geometrik prensipleri kullanılarak derinlik veya mesafe hesaplamaları yapılabilmektedir (Zhang, 2000). Bu yöntemler genellikle basit ve hesaplama açısından hafif olsa da, kalibrasyon hedeflerine veya belirli sahne varsayımlarına bağımlıdır.

2. Derin Öğrenme Tabanlı Tek Gözlü Metrik Derinlik Tahmini (MMDE): Son yıllarda, derin öğrenme algoritmaları, tek bir 2B görüntüden doğrudan metrik derinlik haritası tahmin etme yeteneği ile bu alanda önemli ilerlemeler kaydetmiştir (Eigen vd., 2014; Godard vd., 2017). Bu modeller, büyük etiketli veri kümeleri üzerinde eğitilerek, herhangi bir harici kalibrasyon hedefi olmaksızın, bir sahnenin her pikseli için metrik derinlik bilgisi üretebilir. Eigen ve arkadaşları (2014) öncü çalışmalarından biriyle, evrişimsel sinir ağlarını kullanarak görüntüden derinlik tahminini göstermişlerdir. Daha sonra, Godard ve arkadaşları (2017) denetimsiz (unsupervised) öğrenme yaklaşımlarını tanıtarak, stereo görüntü çiftleri veya ardışık videolar kullanarak modelin derinlik tahmini yapmasını sağlamışlardır. Bu yaklaşımlar, etiketli veri ihtiyacını azaltmış ve uygulama alanlarını genişletmiştir. Bununla birlikte, MMDE modellerinin yüksek doğruluk ve genellenebilirlik için hala büyük ve çeşitli veri setlerine ihtiyaç duyması, eğitim süreçlerinin karmaşıklığı ve tahmin edilen derinliğin doğruluğunun çevresel koşullara (aydınlatma, doku vb.) ve modelin eğitildiği verilere bağımlılığı gibi zorlukları bulunmaktadır. Ayrıca, özellikle dinamik sahnelerde veya yeni ortamlarda, bu modellerin performansı düşebilmektedir.

Nesne Tespiti ve 3B Konumlandırma Entegrasyonu

Nesne tespiti, bilgisayar görüşünün temel problemlerinden biridir ve bir görüntüdeki belirli nesnelerin konumunu ve sınıfını belirlemeyi amaçlar. Son yıllarda, YOLO (You Only Look Once) ailesi gibi tek aşamalı dedektörler, gerçek zamanlı performansı yüksek doğrulukla birleştirerek bu alanda devrim yaratmıştır (Jocher vd., 2023; Redmon vd., 2016). YOLOv8, önceki versiyonlarına göre daha hızlı ve daha doğru tahminler sunarak, endüstriyel ve araştırma uygulamalarında popüler bir seçim haline gelmiştir.

Nesne tespiti sonuçlarını 3B konumlandırma ile birleştiren çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar genellikle tespit edilen nesnelerin 2B sınırlayıcı kutu bilgilerini kullanarak, bilinen nesne boyutları veya kamera geometrisi yardımıyla 3B koordinatları tahmin etmeyi hedefler (Khan vd., 2022; Lee vd., 2019). Örneğin, bazı yaklaşımlar, bilinen nesne boyutlarını ve iğne deliği kamera modelini kullanarak nesneye olan mesafeyi (Z koordinatı) hesaplar ve ardından 2B piksel koordinatlarını 3B dünya koordinatlarına dönüştürür. Bu tür yöntemler, belirli bir nesne sınıfının boyutunun bilindiği durumlarda, metrik derinlik tahmini için güçlü bir temel oluşturur.

Bu çalışma, yukarıda belirtilen yüksek maliyetli ve karmaşık 3B ölçüm sistemleri ile tek gözlü derinlik belirsizliği arasındaki boşluğu doldurmayı amaçlayan pragmatik ve hibrit bir yaklaşım sunmaktadır. Literatürdeki tam sahne rekonstrüksiyonunu hedefleyen karmaşık MMDE modellerinin aksine, bu metodoloji belirli bir problemi çözmeye odaklanır: geometrisi önceden bilinen tek bir nesnenin 3B uzaydaki metrik yer değiştirmesinin ölçülmesi. Çalışmamızın temel katkısı, son teknoloji bir nesne tespit modeli olan YOLOv8'in hız ve doğruluk avantajlarını, iğne deliği kamera modelinin temel geometrik prensipleriyle birleştirmesidir. Metodolojinin en yenilikçi yönü, standart kalibrasyon hedefleri gerektirmeyen, hedef nesnenin kendisini bir "kalibrasyon cetveli" olarak kullanarak kameranın etkin odak uzaklığını anında hesaplayan dinamik bir tek görüntü kalibrasyon tekniği kullanmasıdır. Bu yaklaşım, karmaşık kameraya özgü kalibrasyon süreçlerine olan ihtiyacı ortadan kaldırır.

Önerilen yöntem, YOLOv8 ile hedef nesnenin 2B görüntüdeki piksel koordinatlarının tespiti, bilinen nesne boyutu ve tek bir referans mesafe ölçümü kullanılarak kameranın etkin odak uzaklığının hesaplanması ve bu odak uzaklığı ile nesnenin iki farklı konumdaki 3B koordinatlarının ve aralarındaki Öklid yer değiştirme miktarının metrik olarak belirlenmesi adımlarını içermektedir. Bu yaklaşım, yüksek hassasiyetin kritik olmadığı ancak hızlı, düşük maliyetli ve erişilebilir bir 3B yer değiştirme analizinin gerekli olduğu senaryolarda önemli bir alternatif sunmaktadır. Özellikle manuel kalibrasyon zorluklarını ortadan kaldırarak ve yaygın olarak erişilebilen tek bir kamera ve bir nesne tespit modeli ile çözüm sunarak, geleneksel yöntemlere kıyasla daha pratik bir kullanım sunar. Çalışmanın sınırlılıkları arasında lens bozulması etkilerinin ihmal edilmesi ve nesne tespitinin doğruluğuna olan bağımlılık bulunmaktadır. Ancak bu sınırlılıklara rağmen, metodoloji belirli uygulama alanları için etkili ve erişilebilir bir çözüm sunmaktadır.

METODOLOJİ

Bu bölümde, bilinen boyuta sahip bir nesnenin monoküler görüş kullanarak 3B uzaydaki metrik yer değiştirmesinin hesaplanması için geliştirilen yöntem detaylandırılmaktadır. Önerilen yaklaşım, iğne deliği kamera modelinin temel geometrik prensipleri ile derin öğrenme tabanlı nesne tespiti yeteneklerini bir araya getiren hibrit bir yapıya sahiptir. Ayrıca, gerçekleştirilen deneysel kurulum ve analiz adımları da bu kısımda açıklanmaktadır.

Çalışmamızın temelinde, monoküler bir kameradan alınan 2B görüntüdeki nesne boyutları ile nesnenin gerçek dünya boyutları arasındaki ilişkinin kullanılması yatmaktadır. Bu ilişki, iğne deliği kamera modelinin geometrisine dayanır ve nesneye olan mesafenin (derinlik, Z ekseni) hesaplanmasına olanak tanır. Yöntemimiz, dinamik bir kalibrasyon adımıyla başlar, bu sayede geleneksel, karmaşık kamera kalibrasyon süreçlerine ihtiyaç duyulmaz.

1. Dinamik Kamera Kalibrasyonu: Kameranın etkin odak uzaklığı (f_x,f_y), sistemin merkezi parametreleri içinde yer alır ve 2B görüntüdeki piksel boyutları ile 3B gerçek dünya boyutları arasındaki dönüşümde kritik rol oynar. Çalışmamızda, bu odak uzaklığı, bilinen gerçek boyutta bir referans nesne ve bu nesnenin kameraya olan bilinen bir mesafesi kullanılarak dinamik olarak hesaplanır. Bu süreç, aşağıdaki temel formüle dayanır:

$$f_x = \frac{PikselGenişliği \cdot Mesafe}{GerçekGenişlik}$$

Burada 'Piksel Genişliği', referans nesnenin 2B görüntüde tespit edilen piksel cinsinden genişliğidir; 'Mesafe', bu referans nesnenin kameraya olan bilinen gerçek mesafesidir; ve 'Gerçek Genişlik', nesnenin bilinen fiziksel boyutudur. Piksellerin genellikle kare olduğu varsayımıyla fy=fx kabul edilir. Bu dinamik kalibrasyon, kameranın iç parametrelerini her kurulum için özelleştirme esnekliği sunarak, farklı kamera ve lens kombinasyonlarıyla kolay adaptasyon sağlar.

2. Nesne Tespiti: Görüntüdeki hedef nesnenin (yer değiştirmesi hesaplanacak olan) 2B görüntü koordinatlarını ve piksel boyutlarını elde etmek için YOLOv8 mimarisi kullanılır (Jocher vd., 2023). YOLOv8, gerçek zamanlı nesne tespiti için yüksek doğruluk ve hız sunan, önceden eğitilmiş bir derin öğrenme modelidir. Tespit edilen nesneye ait sınırlayıcı kutu bilgisi (köşe koordinatları x_1,y_1,x_2,y_2) kullanılarak nesnenin piksel cinsinden genişliği (x_2−x_1) ve merkez piksel koordinatları (((x_1+x_2)/2,(y_1+y_2)/2)) çıkarılır.

3. 3B Koordinat Hesaplama: Dinamik kalibrasyon adımıyla elde edilen etkin odak uzaklığı (f_x,f_y) ve nesne tespitinden gelen piksel boyutları kullanılarak, hedef nesnenin 3B dünya

koordinatları (X, Y, Z) hesaplanır. Bu hesaplama, iğne deliği kamera modelinin temel geometrik dönüşümlerine dayanır:

$$Z = \frac{GerçekNesneBoyutu \cdot f_x}{PikselNesneGenişliği}$$

$$X = \frac{PikselNesneMerkezi_x \cdot \frac{GörüntüGenişliği}{2} \cdot Z}{f_x}$$

$$Y = \frac{PikselNesneMerkezi_y \cdot \frac{GörüntüGenişliği}{2} \cdot Z}{f_y}$$

Burada Z, nesnenin kameradan olan derinliğini (mesafesini); X, nesnenin kameranın merkez eksenine göre yatay konumunu; ve Y, nesnenin kameranın merkez eksenine göre dikey konumunu temsil eder. Koordinatlar, kameranın optik merkezini orijin (0,0,0) olarak kabul eden bir referans çerçevesinde metrik (cm) olarak ifade edilir.

4. Metrik Yer Değiştirme Hesabı: Nesnenin farklı iki konumdaki (P_1=(X_1,Y_1,Z_1) ve P_2 =(X_2,Y_2,Z_2)) 3B koordinatları hesaplandıktan sonra, bu iki nokta arasındaki toplam metrik yer değiştirme miktarı Öklid mesafesi formülü kullanılarak belirlenir:

$$YerDeğiştirme = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2}$$

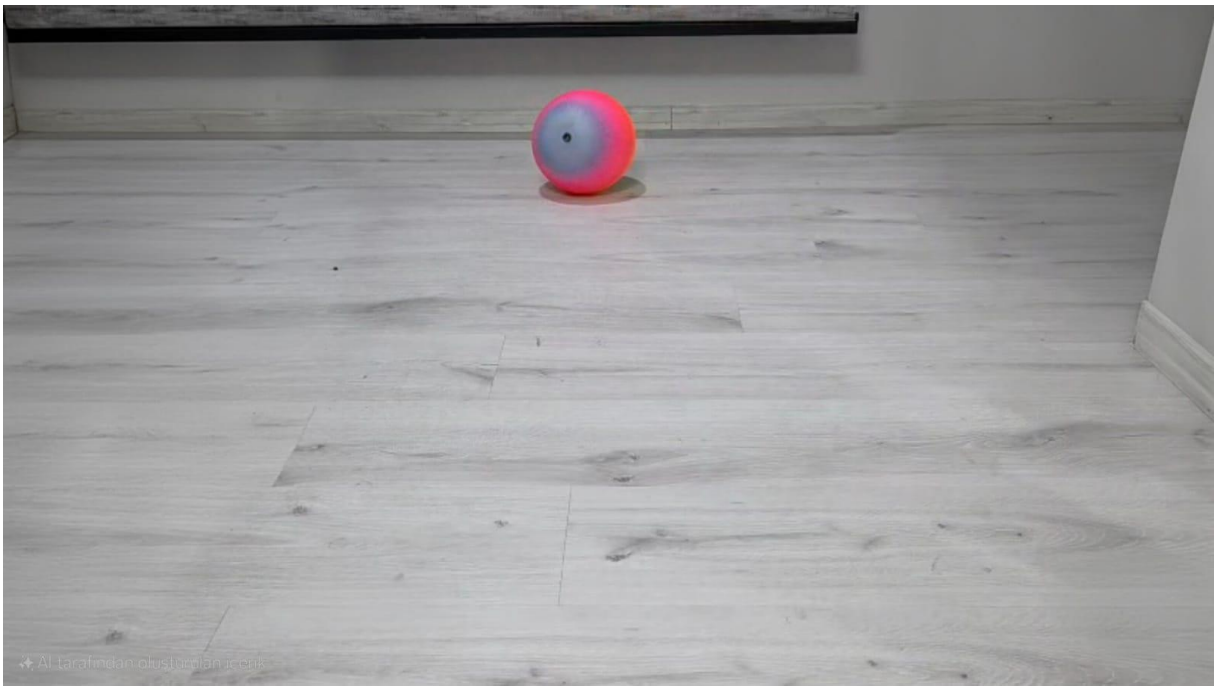
Önerilen metodolojinin uygulanabilirliğini ve performansını değerlendirmek amacıyla bir dizi deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Deneysel kurulum, standart bir monoküler kamera ve hedef nesne olarak bilinen bir çapa sahip bir spor topunu içermektedir. Deneyler, farklı mesafelerde ve yanal konumlarda yerleştirilen topun görüntülerinin alınmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama: Metodolojinin deneysel doğrulaması için veri toplama süreci üç temel adımdan oluşmuştur. İlk olarak, dinamik kamera kalibrasyonu amacıyla, çapı önceden bilinen küresel hedef nesne (top), kameranın optik ekseni üzerinde, kameradan tam olarak 114 cm uzağa yerleştirilerek bir referans görüntüsü alınmıştır (Şekil 1a). Bu görüntü, kameranın etkin odak uzaklığının hesaplanmasında kullanılmıştır.
Ardından, yer değiştirme miktarını ölçmek üzere, topun iki farklı 3B konumda olduğu görüntüler kaydedilmiştir. Şekil 1b'de topun yer değiştirme öncesi ilk konumu görülmektedir. Bu ilk konumda top, referans noktasına göre 100 cm geride konumlandırılmıştır. Şekil 1c ise topun yer değiştirme sonrası ikinci konumunu göstermektedir. Bu ikinci konumda top, referans noktasına göre 37 cm sağda konumlandırılmıştır. Bu görüntüler, daha önce hesaplanan odak uzaklığı kullanılarak topun 3B koordinatlarının ve aralarındaki Öklid mesafesinin hesaplanması için kullanılmıştır. Tüm görüntüler, yansımaları ve aydınlatma değişimlerini en aza indirmek için kontrollü bir iç mekan ortamında çekilmiştir.

Şekil 1: Deneysel Ortamdan Örnek Görüntüler. (a) Kalibrasyon için kullanılan referans top görüntüsü. (b) Topun ilk konumu. (c) Topun ikinci konumu.

(a)

(b)



(c)

Deneysel veri toplama sürecinde kullanılan görüntüler. (a) Kameradan 114 cm uzaklıkta bulunan ve etkin odak uzaklığını hesaplamak için kullanılan referans top görüntüsü. (b) Topun yer değiştirme hesaplaması için kullanılan ilk konumu. (c) Topun 100 cm uzaklıkta ve 37 cm sağda olduğu ikinci konumu.

Yazılım Ortamı: Nesne tespiti ve 3B koordinat hesaplamaları için Python programlama dili ve ilgili kütüphaneler kullanılmıştır. YOLOv8 modeli, ultralytics kütüphanesi aracılığıyla entegre edilmiş ve kullanılmıştır. Görüntü işleme ve sayısal hesaplamalar için OpenCV ve NumPy kütüphanelerinden faydalanılmıştır.

Öncelikle, belirlenen referans görüntü kullanılarak dinamik kamera kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, kullanıcının referans mesafeyi (cm cinsinden) manuel olarak girmesi sağlanmıştır. Bu, odak uzaklığının ortam koşullarına ve kamera ayarlarına göre anında adapte olmasını sağlamıştır.

Ardından, topun ilk konumu ve ikinci konumu olmak üzere iki farklı görüntüdeki 3B koordinatları yukarıda açıklanan yöntemle hesaplanmıştır.

Elde edilen 3B koordinatlar kullanılarak, topun iki konum arasındaki toplam metrik yer değiştirmesi belirlenmiştir.

Deneme No	Gerçek Mesafe(cm)	Tahmin Edilen Mesafe(cm)	Fark(cm)	Mutlak Hata(%)
1	37	36,3	0,7	1,89
2	50	50	0	0
3	24	25,7	1,7	7,08
4	50	49,9	0,1	0,20
5	105	106,7	1,7	1,62
6	112	113,2	1,2	1,07
7	131	132,1	1	0,84
8	96	95,6	0,4	0,42
9	28	27,1	0,9	3,21
10	45	45,8	0,8	1,78
11	62	61,0	1	1,61
12	88	89,5	1,5	1,70
13	120	118,8	1,2	1
14	140	141,9	1,9	1,36
15	33	32,0	1,0	3,03
16	70	70,3	0,3	0,43
17	95	96,4	1,4	1,47
18	155	153,2	1,8	1,16
19	41	41,5	0,5	1,22
20	80	78,9	1,1	1,38
21	100	101,3	1,3	1,30
22	55	56,6	1,6	2,91
23	125	125,2	0,2	0,16
24	160	158,1	1,9	1,18

Metodolojinin sağlamlığını ve genellenebilirliğini değerlendirmek için, top farklı başlangıç ve bitiş noktalarına yerleştirilerek toplam 24 adet yer değiştirme denemesi yapılmıştır. Her denemede, topun gerçek dünya üzerindeki yer değiştirmesi hassas bir cetvel ile ölçülerek zemin doğruluk kaydedilmiştir. Hesaplanan yer değiştirme değerleri, bu gerçek değerlerle karşılaştırılmıştır.

Yapılan analizlerde, yöntemin genel olarak başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Denemelerin **tamamında**, hesaplanan mesafe gerçek değerden **±2 cm'den daha az** bir sapma göstermiştir. Ortalama fark **1,05 cm** olarak belir ortalama mutlak hata ise %1,58 olarak

bulunmuştur. Bu sonuçlar, geliştirilen metodolojinin birçok pratik uygulama için yüksek doğrulukta sonuçlar üretebildiğini kanıtlamaktadır. Bununla birlikte, özellikle kısa mesafelerde hata oranının arttığı bir deneme (%7,08 hata ile) gibi istisnai durumlar da kaydedilmiştir.

Bu sapmalar aşağıdaki nedenlerle oluşabilir;

1. Lens Bozulması İhmali: Kullanılan standart kamera lenslerinin doğal bozulmaları (radial ve teğetsel distorsiyon), özellikle görüntü kenarlarına yakın nesnelerde piksel genişliği ölçümlerinde hatalara yol açabilmektedir. Çalışmada bu bozulmalar için herhangi bir düzeltme uygulanmamıştır.

2. Pikselleşme Etkileri ve Sınırlı Çözünürlük: Özellikle nesne kameradan uzaklaştıkça, görüntüdeki piksel genişliği küçülür ve bu da piksel tabanlı ölçümlerdeki sayısallaştırma hatalarını artırır. Küçük piksel değişiklikleri, uzak mesafelerde Z koordinatı hesaplamasında orantısal olarak daha büyük hatalara neden olabilir

3. Nesne Tespiti Doğruluğu: YOLOv8 modelinin nesne sınırlayıcı kutusunu belirlemesindeki küçük hatalar (birkaç piksel sapma), özellikle odak uzaklığı ve nesne boyutunun piksel hassasiyetine olan duyarlılığı nedeniyle nihai 3B koordinatlarda ve dolayısıyla yer değiştirme hesaplamalarında hatalara yol açmıştır. Modelin performansının aydınlatma ve arka plan karmaşıklığı gibi çevresel faktörlerden etkilenebildiği de gözlemlenmiştir.

Bu yöntem yüksek hassasiyet gerektirmeyen birçok pratik uygulama için düşük maliyetli ve erişilebilir bir 3B yer değiştirme ölçüm çözümü sunmaktadır. Elde edilen deneysel sonuçlar, yöntemin genel olarak uygulanabilir olduğunu göstermekle birlikte, sistemsel hata kaynaklarının (örneğin, lens distorsiyonunun dikkate alınmaması, pikselleşme etkileri, nesne tespitindeki küçük hatalar) gerçek dünya doğruluğu üzerindeki etkileri olabileceği düşünülmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tek gözlü bir kamera ve YOLOv8 nesne tespit modeli kullanarak, bilinen boyuta sahip bir cismin 3B uzaydaki metrik yer değiştirmesini hesaplamak için yenilikçi, düşük maliyetli ve pratik bir metodoloji sunulmuştur. Geleneksel 3B ölçüm sistemlerinin yüksek maliyetleri ve karmaşıklıkları göz önüne alındığında, bu yaklaşım, geniş bir uygulama yelpazesi için erişilebilir ve esnek bir alternatif sağlamaktadır. Çalışmamızın temel katkısı, standart kalibrasyon hedeflerine olan ihtiyacı ortadan kaldıran ve kalibrasyon sürecini basitleştiren dinamik kamera kalibrasyon tekniğidir. Bu sayede, farklı kamera ve lens kombinasyonlarıyla kolay adaptasyon sağlanmakta ve sistemin kurulum süresi önemli ölçüde kısalmaktadır.

Gerçekleştirilen denemelerde, önerilen yöntemin yüksek düzeyde uygulanabilirliğini ve pratik potansiyelini açıkça ortaya koymuştur. Toplam 24 adet yer değiştirme denemesi sonucunda, hesaplanan yer değiştirme miktarlarının tamamı, gerçek değerden %2‘lik kabul edilebilir bir sapma aralığının altında kalmıştır. Ortalama fark ise 1.05 cm gibi düşük bir değerde belirlenmiştir. Bu başarılı sonuçlar, metodolojinin özellikle yüksek mutlak hassasiyetin kritik olmadığı, ancak genel hareketin veya büyüklük mertebesinin takip edilmesinin yeterli olduğu birçok gerçek dünya uygulaması için güçlü bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Örneğin, bir üretim bandında hareket eden ürünlerin konum takibi, spor analizlerinde sporcuların veya ekipmanların göreceli hareketlerinin izlenmesi, ya da basit robotik kolların belirli hedeflere ulaşıp ulaşmadığının doğrulanması gibi senaryolarda bu doğruluk seviyesi yeterli olacaktır.

Çalışmamızın diğer önemli güçlü yönleri şunlardır:

1. Düşük Maliyet ve Erişilebilirlik: Ticari LiDAR veya gelişmiş stereo sistemlere kıyasla, bu metodoloji yaygın olarak bulunan tek bir kamera ve açık kaynaklı bir nesne tespit modeli kullanarak 3B ölçüm yeteneği sunar. Bu, özellikle bütçe kısıtlaması olan araştırma grupları veya küçük işletmeler için cazip bir çözüm sunar.

2. Gerçek Zamanlı Potansiyel: YOLOv8'in sağladığı hızlı nesne tespiti yeteneği sayesinde, bu metodoloji gerçek zamanlı veya neredeyse gerçek zamanlı 3B yer değiştirme takibi potansiyeline sahiptir.

3. Kolay Kurulum ve Kullanım: Dinamik kalibrasyon adımı, karmaşık ve zaman alıcı kamera intrinsik kalibrasyon süreçlerine olan ihtiyacı azaltarak, sistemin hızlı bir şekilde kurulup kullanılabilmesini sağlar.

4. Genel Amaçlı Nesneler: Yöntem, spesifik kalibrasyon desenleri veya işaretçiler yerine, önceden boyutu bilinen herhangi bir nesne ile çalışabilme esnekliği sunar.

Gelecekteki çalışmalar için bu metodolojinin performansını daha da ileriye taşımak adına çeşitli iyileştirme alanları bulunmaktadır. Öncelikle, lens bozulmasının kalibrasyon sürecine dahil edilmesi, özellikle görüntü kenarlarındaki ölçüm hatalarını minimize ederek doğruluğu artırabilir. İkinci olarak, nesne kameradan uzaklaştıkça artan pikselleşme etkilerini azaltmak için alt piksel hassasiyetinde nesne merkezi tespiti algoritmaları veya süper çözünürlük teknikleri araştırılabilir. Üçüncü olarak, farklı çevresel koşullarda (değişen aydınlatma, karmaşık arka planlar, kısmi kapanmalar) nesne tespit modelinin sağlamlığını artırmak için veri artırma teknikleri veya domain adaptasyonu gibi derin öğrenme yaklaşımları uygulanabilir. Ayrıca, zaman içinde nesnenin hareketini takip eden filtreleme algoritmaları (örneğin, Kalman filtresi veya hareket modelleri) ile ardışık karelerdeki konum tahminlerinin stabilitesi ve doğruluğu daha da geliştirilebilir. Son olarak, bu metodolojinin birden fazla nesnenin eş zamanlı 3B yer değiştirmesini takip etme veya daha karmaşık senaryolarda (örneğin, kamera hareket halindeyken) uygulanabilirliğini incelemek de gelecek araştırmaların konusu olabilir.

Sonuç olarak bu çalışma, mevcut teknolojileri (YOLOv8) temel geometrik prensiplerle başarılı bir şekilde birleştirerek, 3B yer değiştirme analizleri için ekonomik, erişilebilir ve güçlü bir çözüm sunmuştur. Elde edilen başarı yüzdesi ve pratik uygulamalara yönelik faydaları, bu alandaki araştırmalar için önemli bir basamak oluşturabilir.

KAYNAKÇA

Barfoot, T. D. (2017). State estimation for robotics. Cambridge University Press.

Ding, H., Li, J., & Lv, F. (2022). A survey on 3D object detection for industrial inspection. Sensors (Basel), 22(18), Makale 7055. https://doi.org/10.3390/s22187055

Eigen, D., Puhrsch, C., & Fergus, R. (2014). Depth map prediction from a single image using a multi-scale deep network. Advances in Neural Information Processing Systems, 27. https://proceedings.neurips.cc/paper/2014/file/7bccfde7714a1ebfdae4f59342417468-Paper.pdf

Geng, J. (2011). Structured-light 3D surface imaging: A tutorial. Advances in Optics and Photonics, 3(2), 128-160. https://doi.org/10.1364/AOP.3.000128

Godard, C., Mac Aodha, O., & Brostow, G. J. (2017). Unsupervised monocular depth estimation with left-right consistency. 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 6602-6611. https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.699

Jocher, G., Chaurasia, A., & Qiu, J. (2023). Ultralytics YOLOv8. GitHub. https://github.com/ultralytics/yolov8

Khan, M. R. N., Khan, K., & Khan, H. R. (2022). Monocular depth estimation using object detection and inverse perspective mapping. 2022 International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 10229-10235. https://doi.org/10.1109/ICRA46639.2022.9811617

Klein, G., & Murray, D. (2007). Parallel tracking and mapping for small AR workspaces. 2007 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 225-234. https://doi.org/10.1109/ISMAR.2007.4538852

Lee, H. S. L., Lai, A. V. S., & Lau, S. M. K. (2019). Real-time object distance measurement using monocular camera and object detection. 2019 IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS), 25-30. https://doi.org/10.1109/ICPS.2019.8780211

Nüchter, A. (2008). 3D point cloud processing: A survey. Robotics and Autonomous Systems, 56(10), 917-927. https://doi.org/10.1016/j.robot.2008.06.003

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 779-788. https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91

Scharstein, D., & Szeliski, R. (2001). A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001, I-131-I-140. https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990492

Schwesinger, U., Horn, M., & Zöllner, J. M. (2018). Real-time object detection and tracking for autonomous driving using deep learning. 2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), 1489-1494. https://doi.org/10.1109/IV.2018.8500589

Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., & Scaramuzza, D. (2011). Introduction to autonomous mobile robots. MIT Press.

Szeliski, R. (2010). Computer vision: Algorithms and applications. Springer.

Thelen, D. G., Anderson, F. C., & Delp, S. L. (2003). Generating dynamic simulations of movement using computed muscle control. Journal of Biomechanics, 36(3), 321–328. https://doi.org/10.1016/s0021-9290(02)00398-3

Zhang, Z. (2000). A flexible new technique for camera calibration. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22(11), 1330–1334. https://doi.org/10.1109/34.888718

ZEMAHŞERÎ'NİN EL-KEŞŞÂF'INDA KİNAYE OLGUSU

THE SUBJECT OF ALLUSION IN ZEMAKHSHARI'S AL-KASHSHAF

Doç. Dr. Halil AKÇAY
Mardin Artuklu Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi

Abdulhamid BOZAN
Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstiütü Yüksek Lisans Öğrencisi

ABSTRACT

Dealing with Islamic sciences and the Arabic language is one of the greatest blessings, as it contributes to knowing and understanding Islam and explaining its rulings and purposes. Perhaps the most prominent science among Islamic sciences is the science of rhetoric. Because eloquence has become a science that reveals the meanings of the word and the verses of revelation, and has always and everywhere been the object of the efforts of scholars. Allusion is also one of the arts of rhetoric. Accordingly, the allusions in the Quran are also expressions of a mental, sensory and indirect meaning. Because appealing to the senses and conscience is the closest and most influential way to the soul. In this study, the style of allegory, which is widely used in the Qur'an, is discussed based on Zamakhshari's al-Kashshaf commentary. His interpretation, how the metaphor is interpreted and handled according to the opinion of a scholar who is widely accepted among the Ahl as-Sunnah but is accepted as a Mutazila, is not only a matter of curiosity but also important in terms of understanding the verses correctly. The research is different from previous studies in that it reveals the methods of using metaphors in the Qur'an in terms of purpose and meaning in line with Zamakhshari's al-Kashshaf and sheds light on the functional and behavioral aspects of metaphor. The main source of the study is Zamakhshari's work called al-Kashshaf. In addition, basic and classical commentaries such as Muqatil b. Suleyman, Tabari al-Qur'an and works related to rhetoric and exegesis are also used in the study. After briefly discussing Zamakhshari's life and Kashshaf, the subject of metaphor in rhetoric is discussed. In addition, verses containing metaphor are evaluated in the context of Kashshaf and accordingly, the effect of metaphor on the meaning of the verses is revealed. The research has reached many important conclusions, but the most important ones are that allegorical expressions point to various aspects, including social, moral and psychological aspects, that they show the miraculous power of expression and absolute knowledge of Allah Almighty, and that in most verses they express threats, intimidation, friendship, forgiveness and mercy. Among the conclusions reached in the study is that Zamakhshari used the metaphor in a way that served the Mutazila school of thought.

Keywords: Arabic Language and Rhetoric, Qur'an, Allusion, Zamakhshari, al-Kashshaf.

GİRİŞ

Kinaye, sarih ifadelerden daha beliğ olması hasebiyle Kur'an-ı Kerim'de hem edebi hem belagi üslubuyla çokça kullanılmıştır. Ancak kinaye, dolaylı bir anlatım tarzı olduğundan kinaye içerikli ayetler, muhtelif tefsir ve tevile konu olmuşlardır. Ayetlerin Kur'an bağlamında daha

iyi anlaşılması açısından ve müfessirlerin büyük ilmî birikimini de ortaya koyması bakımından bu tefsir ve tevillerin incelenmesi büyük önem arz etmiştir. Bu çalışmada başta tefsir ve dil ilimlerinde olmak üzere diğer İslami ilimlerde söz sahibi olan Zemahşerî'nin (ö. 538/1144) el-Keşşâf adlı tefsirinde kinaye içerikli ayetler ve onun bu ayetleri ne şekilde tefsir ettiği ortaya konmuştur.

el-Keşşâf'ın, Kur'an-ı Kerim'in belagi tefsirinin en önemli ve kapsamlı tefsir türlerinden biri olduğu konusunda şüphe yoktur. Çünkü bu tefsir, hacmi, anlam inceliği, farklı yorumları ve belagat açısından zenginliğiyle ayetleri büyük bir ifade estetiğiyle ortaya koymuştur.

ZEMAHŞERÎ, EL-KEŞŞÂF ve KİNAYE

Kadim ve modern pek çok araştırmacı, Zemahşerî'nin (ö. 538/1144) hayatını ve ilmî kişiliğini incelemiş ve geniş bir şekilde ortaya koymuşlardır. Ancak konunun bağlamı gereği ve daha iyi anlaşılması adına, bu konuyla ilgili çalışmalara atıfta bulunarak özetle ve bazı değerlendirmelerle ele alınması gerekli görülmüştür. Dolayısıyla okuyucunun, Zemahşerî'nin ilmî konumu, *el-Keşşâf* tefsiri hakkında âlimlerin görüşleri, onun Mutezilî düşüncesi ve bunun Kur'an kıraatlerine yansıması hakkında bilgilendirilmesinin gerekli olduğu düşünülmüştür. Bunun yanında çalışmanın esaslı konusu kinaye kavramı da bu bölümde incelenmiştir. Bu meyanda kinaye kavramının sözlük ve terim anlamının yanında onun belağî değeri ortaya konmuştur.

Zemahşerî'nin Hayatı

Zemahşerî'nin yetiştiği dönem, devlet olarak Selçukluların hüküm sürdüğü 6/12. yüzyıldır. Öbür taraftan zayıflayan ve çöküş dönemine giren Abbasi devleti vardır (Hasen, 1996). Ancak Zemahşerî'nin memleketi Harizm, önceleri Abbasi'ye bağlı iken daha 1072 yılında Selçuklulara bağlı olan Harzemşahların eline geçmiştir. Bu tarihte Selçukluların başında Sultan Melik Şah vardır. Bunun yanında devlet yönetiminde de etkili olmakla birlikte daha çok ilmî otorite ise Nizamiye Medreselerinin kurucusu Nizâmülmülk'ün (ö. 485/1092) elindedir. Zemahşerî'nin yaşadığı bölgede ilmî durum ise Buhârî ve Müslim gibi birçok büyük ilim ehlinin neşet ettiği ilmî olarak yüksek bir seviye gösteren yerdir. Ancak özellikle İslâmi ilimler açısından bakıldığında diğer bölgelere göre fıkhın ön planda olduğu görülecektir. İtikadi olarak Herat'ın çevresinde ve Sicistan'da Hâricîler çok iken Nisabur'da Mutezile mezhebi yaygındır. Amelî mezhep olarak ise halk, genellikle Hanefî mezhebine mensuptu. Ayrıca bazı şehirlerde ise halk, Şafiî mezhebine mensuptu (Emin, 2012).

Adı, Lakabı, Künyesi ve Nisbesi

Zemahşerî'nin Mahmûd olup en meşhur lakabı Cârullâh'tır. Fars asıllıdır. Onun Cârullâh (Allah'ın komuşusu) lakabı, Beytullâh'a mücavir olduğundan dolayı kullanılmıştır. Onun Zemahşerî nisbesi ise doğduğu yer olan Zemahşer köyüne nisbetinden dolayıdır. Zemahşer, Harezm'e bağlı bir köydür (Suyûti, 1964; el-Hamevî, 1995).

Doğumu

Tabakat yazarları, Zemahşerî'nin Hicri 467 yılının Recep ayının yirmi yedinci günü Çarşamba günü Harezm'in Zemahşar köyünde doğduğunu belirtmektedirler (İbn Hallikân, 1994).

Vefatı

Zemahşerî, Mekke'den dönüp memleketine ulaştığında, Hicrî 538 yılında Harezm'e bağlı bir köy olan Curcâniyye'de 76 yaşında vefat etmiştir (ʿÂdil, 1994).

İlmî Kişiliği

Zemahşerî hiç şüphesiz ki İslam dünyasında büyük bir âlim olarak bilinmektedir. Özellikle dil, edebiyat, tefsir, belagat ve nahiv ilimlerinde temayüz etmiştir. Arap belagatının meani ve beyanında önder bir şahsiyettir (ez-Zehebî, t.s.).

İtikadi Mezhebi

Zemahşerî, Mutezile mezhebinin revaçta olduğu Harezm'de yetişmiştir. Onun bu mezhebe girmesinde, Mutezile mezhebini ilk defa Harezm'e sokan ve yayan Mahmûd b. Cerîr ed-Dabbî etkili olmuştur. Zemahşerî, Mutezile düşünce ekolünü benimsedikten sonra, onların ilkeleri doğrultusunda taassup derecesinde ileri gitti, onların görüşlerini savundu ve tefsirine onların beş ilkeye dayalı fikirlerini dâhil etti. Tefsirinde onların yaklaşımını takip etti. Aklı esas alıp ve onu tefsirde birincil araç haline getirdi. Ayrıca Zemahşerî'nin Mutezile itikadını açıkça beyan edip onunla övündüğü de rivayet edilmiştir. Zemahşerî'nin Mutezile taassubu, *el-Keşşâf* tefsirinde zirveye çıkmıştır (İbn Hallikân, 1994; Ebu'l-Fidâ', t.s.; ʿÂdil, 1994).

Eserleri

Zemahşerî muhtelif ilimlerde pek çok eser telif etmiştir. Tefsir, hadis, dil, belagat, edebiyat, aruz, nahiv ve fıkıh gibi çeşitli ilimlerde yazılmış eserlerinin sayısı elliden fazladır. Bu, onun ansiklopedik bilgisini, yüksek ilmî statüsünü, bilgi birikiminin çeşitliğini ve çokluğunu, kültürünün ileri düzeyde olduğunu göstermektedir. İbn Hallikân, Zemahşerî'ye ait otuz kadar kitaptan söz etmiştir. Zemahşerî'nin eserleri arasında tefsirde *el-Keşşâf,* nahivde *el-Mufassal fî sınâ'ati'l-iʿrâb, el-Unmûzec*, *el-Muhâcât bi'l-mesâili'n-nahviyye*, *Nuketu'l- İ'râb fî garibi i'râbi'l-Kur'ân, el-Mufred ve'l-murekkeb*, hadiste *el-Fâik fî tefsîri'-hadîs*, belagatta *Esâsu'l-belâga*, *Rabî'u'l-ebrâr ve nusûsu'l-ahbâr*, fıkıhta *Ruûsu'l-mesâil fî'l-fıkh*, dil ve ataszölerinde *el-Mustaksâ,* aruz ilminde *el-Kistâs*, şiirde *Dîvânu'ş-şi'r*, genel kültür ve edebiyatta *el-Emâlî* ve *Makâmâtu Zemahşerî* gibi eserler vardır (İbn Hallikân, 1994; ez-Ziriklî, 2002; Brockelmann, t.s.; Öztürk, 2013).

el-Keşşâf

Zemahşerî'nin eserleri arasında en çok şöhret bulan, hiç şüphesiz ki tefsiri *el-Keşşâf*'tır. Zemahşerî, tefsirini dil, nahiv ve belagatın beyan ve meani ilimleri esas alarak dirâyet ve rivayet metotlarının ikisi de kullanarak yazmıştır. Dolayısıyla ayetlerin tefsirinde öncelikle dil ve belagat kaideleriyle eski Arap şiirleri dikkate alınmıştır. Bunun yanında tefsirde mantıksal ilkeler çerçevesinde kelimelerin ihtiva ettiği mecazi anlamlar ortaya çıkarılmıştır. Zemahşerî, kıraat farklılıklarına değinerek daha sahih ve üslubu daha uygun olanı tercihte bulunmuştur. Çelişki varmış gibi görünen yerlerde ayetleri tevil ederek çelişkiyi giderir ve Kur'an'da çelişki olmadığını vurgular. Zemahşerî'nin öne çıkan bir üslubu, Mutezile mezhebinin ilkelerine uygun olan ayetleri muhkem, aykırı olanları ise müteşâbih kabul ederek onları tevil etmesidir. Çoğu zaman dil ve belagatı özellikle Mutezile görüşlerini desteklemek için bir araç olarak kullanmıştır (İbn Hallikân, 1994).

Müellif, tefsirinde oluşturduğu soru cevap sarmalında bir tartışma alanı yaratmaktadır. Farazi sorular sorarak cevaplar verir, tartışma yaratır ve sonuçta kendisi bir taraf seçerek tartışmaya dâhil olur.

Zemahşerî'nin el-*Keşşâf*'ı, yazıldığı dönemden günümüze kadar büyük bir ehemmiyeti haiz bir eserdir. Sadece bir tefsir kitabı değil aynı zamanda bir belagat eseri olarak da ön plana çıkmıştır. Nitekim kadim ve modern pek çok âlim nezdinde eserin büyük bir önemi vardır.

Zemahşerî'nin belagat alanındaki çalışmaları, 'Abdulkâhir el-Curcânî'nin *Delâilu'l-i'câz* ve *Esrâru'l-belâğa* adlı iki kitabında ortaya koyduğu belagî kuralları esas alıp tatbik etmekle sınırlı kalmamış, Curcânî'nin ele almadığı ilke ve kaideleri de bunlara eklemiş ve onların birçoğunu

izaha kavuşturmuştur. Zemahşerî'nin bu hususta büyük bir başarı yakaladığı kabul edilmiştir. *el-Keşşâf*, dil, gramer, fıkıh, kıraatler ve bunlarla ilgili açıklama, delil ve incelemelerin yer aldığı bir tefsir ansiklopedisidir. Bunun yanında belagatın beyan ve meani sanatlarının yanı sıra söz dizimi ve diğer edebiyat türlerini de içermektedir. İlmî ve edebî özellikleriyle ulemanın ve araştırmacılarının büyük dikkatlerini çekmiştir. el-*Keşşâf* üzerine yazılan şerh, haşiye ve ihtisarların çokluğu kitabın önemini ve sonradan yazılan tefsirler üzerindeki etkisini göstermektedir. Nitekim Carl Brockelmann el-Keşşâf üzerine 12 şerh, 9 muhtasar, 3 tane de reddiye yazıldığını belirtmiştir (Ebû Mûsâ, 1988; Brockelmann, t.s.).

3. Kinaye

Beyan ilminin en önemli konularından biri kinaye sanatıdır. Temel hedefi, anlamı mecazlı ve dolaylı bir şekilde ifade etmek olan kinaye sanatı, Kur'an'da pek çok yerde kullanılmıştır. Bu sanatın kavram ve ıstılah olarak bilinmesinin yanında amacı, önemi ve faydalarının bilinmesinde, cümlenin daha iyi tahlil edilmesinde önemlidir.

"Kinaye (الكِناية)" sözlük olarak örtme ve gizleme anlamındadır (el-Ferâhîdî, t.s.). Istılahî anlamda kinaye ise "bir lafzın kendi anlamında kullanılmasıyla beraber, o anlama bağlı bir başka anlamın kastedilmesi"dir. Yani lafız zahiren kendi anlamında kullanılmıştır; ancak maksad, bu anlamın lâzımıdır. Dolayısıyla bu tür bir kullanım, lafzın anlamında yapıldığından dolayı hakikat sayılır; fakat asıl niyet başka bir anlamdır (Muhammed el-Hasen, 1983; el-Kûrânî, 2008). Mesela, "زيد طويل النجاد (Zeyd'in kılıç kını uzundur.)" ifadesiyle, dolaylı olarak "cesur ve kahraman" olduğu kastedilir. Zira kılıç kınının uzunluğu, vücudun uzunluğuna, bu da genellikle cesarete işaret eder. Burada Zeyd'in gerçekten uzun boylu olup olmaması önemli değildir. Asıl amaç, onun cesur olduğunu belirtmektir. Yine de bu ifadeyle zahirî anlam olan uzun boy da kastedilebilir. Bu, kinaye ile mecaz arasındaki temel farktır: mecazda asıl anlam (hakikat) kastedilemezken, kinayede bu anlam geçerliliğini korur ((Muhammed el-Hasen, 1983).

Kinayenin en temel özelliklerinden biri, kulağa çirkin gelen ya da hoş karşılanmayan ifadeleri, estetik ve kabul gören lafızlarla ifade edebilmesidir. Çünkü kinaye, gizliliği ve örtülülüğü ön plana çıkararak, ifadesi uygun olmayan anlamları edebe uygun biçimde aktarır. Ancak bu durumun da anlatımı zorlaştırmaması ve anlamı bozmaması gerekir. Bu sebeple kinaye, edebî ve nezih bir anlatım tarzı olarak görülür. Kaba ve çirkin ifadeler yerine, onların ima edildiği dolaylı anlatım tercih edilir. Belagat âlimleri ittifakla kinayeyi, ifadede bir sanat, beyanın bir özelliği, belagatin bir tezahürü ve Arap belagatında hayal gücünün yollarından biri olarak kabul etmişlerdir. Araplar, dildeki ifadelerini süslemek ve konuşmalarını, hitaplarını ve şiirlerini bezemek için kinayeyi kullanmışlardır (Tabâne, 1958).

4. el-Keşşâf'ta Kinaye Olgusu

Zemahşerî, tefsirinde Kur'an-ı Kerim'i tefsir etmenin kolay olmadığına dikkat çekmiş, bunu yapacak kişinin Arap dilinde ve belagatte yetkin olmasının yanı sıra diğer İslâmî ilimlerde de bilgi sahibi olması gerektiğini belirtmiştir. Bu doğrultuda Zemahşerî, tefsirinde belagatın konularından çokça yararlanmıştır. Yararlandığı konulardan biri de kinayedir. Zemahşerî, ***el-Keşşâf*** adlı tefsirinde kinayeyi terim anlamıyla ele almış, onun beklenen faydasını ve edebî değerini açıklamış, aynı zamanda kinaye türlerine değinmiş, onu taʿrîz (ima yoluyla anlatım) ile karşılaştırmış ve kelime düzeyindeki kinayeye işarette bulunmuştur. Zemahşerî, kinayenin izahı bağlamında**, kinaye yoluyla anlamın hakikî manaya ihtimal vermesinin zorunluluğunu gündeme getiren ilk âlim** olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, **kinayenin mecaz oluşundan söz eden** de ilk kişidir (Ebû Mûsâ, 1988). Ayrıca Zemahşerî, kinaye yönteminin beyan ilminin bir alt dalı olduğunu ifade eder. Ona göre, kinayenin faydası veciz anlatımdır. Bunu şu ayeti tefsir ederken dile getirmiştir:

﴿وَيَوْمَ يَعَضُّ الظَّالِمُ عَلَى يَدَيْهِ يَقُولُ يَا لَيْتَنِي اتَّخَذْتُ مَعَ الرَّسُولِ سَبِيلًا﴾

"*O gün, (dünyada iken) haktan sapmış kişi ellerini ısırarak şöyle diyecek: "Keşke peygamberle birlikte aynı yolda olsaydım!*" (el-Furkân, 25/27)

Nitekim Zemahşerî burada pişmanlık ve üzüntü gibi soyut duyguların, somut bir davranışla anlatıldığını ve bunun da anlamı güçlendirdiğini belirtmiştir. Ayrıca el ve parmak ısırmanın, pişmanlıktan kinaye olduğunu söylemiştir. Zira el ısırmak da parmak ısırmakla eş anlamlıdır. Sonuç olarak zalimin ellerini ısırmasının anlamı, ellerini dişlerinin arasına alıp birbirine bastırmak şeklinde fiziksel bir hareket değildir. Çünkü bunun şekilsel olarak kendi başına hiçbir değeri yoktur. Bilakis gerçek anlam, onun sembolize ettiği ve işaret ettiği şeydir. Bununla, olup bitenden dolayı duyulan pişmanlık ve üzüntü duygusu kastedilmektedir. İşte o büyük günde kâfirin ruhunun rahatsız olacağı şey budur ve ayet-i kerimede kastedilen şey de budur (ez-Zemahşerî, 1998).

Zemahşerî, kinayeyle ilgili görüşlerinde yalnızca tanımlamalar ve sınıflandırmalarla yetinmeyip dildeki ifadelerin estetik ve anlam yönlerinden de bahsetmektedir. Onun "*Kur'an'daki kinayelerden daha güzel, daha zarif ve daha anlamlı bir şey göremezsiniz.*" (Munîr Sultân, 2002) ifadesi, onun kinaye ve diğer belagat türlerine bakışını yansıtan bir ifadedir. Zemahşerî'ye göre, kinaye ve mecaz gibi dilsel sanatlardan elde edilen güzellik, anlamları en iyi şekilde temsil etmek ve onları en etkili biçimde ifade etmekle mümkündür. Çünkü kinaye, dilde anlamları kısa ve öz bir biçimde sunmaktadır (ez-Zemahşerî, 1998).

Zemahşerî'ye göre kinayenin îcâz özelliğinin yanı sıra, kinayenin ifade ettiği görüntünün etkisi de çok büyüktür. Zira kinaye doğrudan olmasa da ima yoluyla önemli bir etki yaratır. Çünkü kinayede ifade edilen anlam, saygıyı veya şerefi ima edebilir; oysa doğrudan açıklama, bu anlamı küçümseyici ve aşağılayıcı bir biçimde ifade edebilir. Zemahşerî kinayenin bu özelliğine dikkat çekerek ﴿قَالَتْ اَنّٰى يَكُونُ لِي غُلَامٌ وَلَمْ يَمْسَسْنِي بَشَرٌ وَلَمْ اَكُ بَغِيًّا﴾ "*Meryem, "Ben iffetsiz olmadığım ve bana bir erkek eli bile değmediği halde nasıl çocuğum olur?" dedi.*" (Meryem, 19/20) ayetinde "dokunma" kelimesinin, helal evlilik ilişkisini ifade etmek için bir kinaye olarak kullanıldığını belirtmiştir. Zina gibi çirkin bir fiil için ise doğrudan çirkin kelimeler kullanılır: "fuhuş yaptı" veya "ahlaksızlık yaptı" gibi ifadelerle kinaye kullanmak uygun görülmez (ez-Zemahşerî, 1998).

Zemahşerî'ye Göre Kinayenin Amaçları

Zemahşerî, kinayeli ifadelerin belagat açısından çeşitli amaçlara hizmet ettiğini belirtmiş ve Kur'an'daki kinayeleri tahlil ederken aşağıdaki çeşitli amaçları dile getirmiştir (ez-Zemahşerî, 1998).

1. Aşağılama ve Alay Etme:

Kinaye bazen bir tür aşağılama ve alay anlamı da taşımaktadır. Nitekim Zemahşerî, ﴿وَاقْصِدْ فِي مَشْيِكَ وَاغْضُضْ مِنْ صَوْتِكَ إِنَّ أَنكَرَ ٱلْأَصْوَاتِ لَصَوْتُ ٱلْحَمِيرِ﴾ "*Yürüyüşünde ölçülü ol, sesini yükseltme; çünkü seslerin en çirkini eşeğin anırmasıdır.*" (Lokmân, 31/19) ayetinde, "hırçın ve rahatsız edici seslerin" simgesi olarak eşek sesi örneği verildiğini, bu da eşeğin ve onun sesinin alçak ve küçültücü bir anlam taşıdığından bir kinaye olduğunu ifade etmiştir (ez-Zemahşerî, 1998).

2. Etkili ve Güzel Anlatım:

Zemahşerî, ﴿لِيَشْهَدُوا مَنَافِعَ لَهُمْ وَيَذْكُرُوا ٱسْمَ ٱللَّهِ فِيٓ أَيَّامٍ مَّعْلُومَاتٍ عَلَى مَا رَزَقَهُمْ مِن بَهِيمَةِ الْأَنْعامِ فَكُلُوا مِنْهَا وَأَطْعِمُوا الْبَائِسَ الْفَقِيرَ﴾ "*Böylece kendileri için faydalı olan şeyleri açık seçik görsünler ve Allah'ın onlara rızık olarak verdiği, belirlenen günlerde kesecekleri kurbanlık hayvanlar üzerine O'nun adını ansınlar. Artık onlardan hem kendiniz yiyin hem sıkıntı içindeki yoksulları doyurun.*" (Hac, 22/28) ayetinde geçen Allah'ın zikrinin, "kesim ve kurban"dan kinaye olup bunların anlamlarını daha zarif bir biçimde ifade etmek için kullanıldığını belirtmiştir. Çünkü Müminler,

kurbanı Allah'ın zikrinden ayrı tutmazlar, kurban keserken mutlaka Allah'ı zikrederler. Ayrıca Yüce Allah, burada Allah'ın adını anmak ile "onlara rızık olarak verdiği" ifadesini bir araya getirerek ince ve güzel bir anlatımda bulunmuştur (ez-Zemahşerî, 1998).

3. Daha Estetik ve Daha Güzel Yönelme:

Kinayenin en önemli estetik ve belagat değerlerinden biri, anlamı daha güzel bir biçimde ifade etmek için başka bir kelimeye yönelmektir.

4. Adabın Korunması:

Kinayenin bir diğer önemli yönü, toplumsal adabın korunması ve haya duygusunun zedelenmemesidir. Bu durumu açıklayan bir örnek olarak, ﴿قَالَتْ اَنّٰى يَكُونُ لِي غُلَامٌ وَلَمْ يَمْسَسْنِي بَشَرٌ وَلَمْ اَكُ بَغِيًّا﴾ "*Meryem, "Ben iffetsiz olmadığım ve bana bir erkek eli bile değmediği halde nasıl çocuğum olur?" dedi.*" (Meryem, 19/20) ayetinde kadınların iffeti ve onurları gözetilerek "dokunmak/değmek" kelimesi bir kinaye olarak kullanılmıştır. Zemahşerî, bu kelimenin evlenmek anlamında bir kinaye olduğunu belirtmiştir (ez-Zemahşerî, 1998). Bu ayetteki kinaye, aynı zamanda, iffetli ve temiz kadınlara hitap edilen bir üslubu da yansıtır.

5. İcâz ve İhtisâr (özlü ve kısa anlatım):

Zemahşerî, Kur'an-ı Kerîm'deki icâz ve ihtisârın (özlü anlatımın) güzelliğine dikkat çekmiştir. Nitekim onun, Yüce Allah'ın şu kelâmı hakkında söylediği söz bunu açıkça ortaya koymaktadır:

﴿قَالَ رَبِّ إِنِّيَ أَخَافُ أَن يُكَذِّبُونِ * وَيَضِيقُ صَدْرِي وَلَا يَنطَلِقُ لِسَانِي فَأَرْسِلْ إِلَىٰ هَٰرُونَ﴾ "(Mûsâ dedi ki) "*Rabbim! Doğrusu beni yalancılıkla suçlamalarından korkuyorum; Göğsüm daralıyor, dilim dolaşıyor; onun için bu elçilik görevini Hârûn'a yükle.*" (Şuʿarâ, 26/12-13)

Zemahşerî bu ayet hakkında şöyle demiştir: "*Bu, son derece özlü bir ifadedir. Aynı anlatım başka bir yerde tafsilatlı olarak ele alınmıştır. Burada ise 'فَأَرْسِلْ إِلَىٰ هَارُونَ' (Hârûn'a gönder) ifadesiyle konunun özü verilmiş ve bu kısa cümleyle Hârûn'un peygamber olarak gönderilmesi anlamı da dâhil edilmiştir.*" (ez-Zemahşerî, 1998). Aynı şekilde, Kur'an'da uzun bir hikâyeyi veciz bir anlatımla özetleyen başka bir örnek de şudur:

Zemahşerî, Kur'an'daki özlü anlatımında Bakara sûresindeki şu ifadeyi ele almıştır:

﴿فَإِنْ لَمْ تَفْعَلُوا وَلَنْ تَفْعَلُوا فَاتَّقُوا النَّارَ الَّتِي وَقُودُهَا النَّاسُ وَالْحِجَارَةُ أُعِدَّتْ لِلْكَافِرِينَ﴾ "*Bunu yapamazsanız -ki asla yapamayacaksınız- yakıtı insanlar ve taşlar olan ateşten sakının; o, inkârcılar için hazırlanmıştır.*" (Bakara, 2/24)

Bu ayet hakkında Zemahşerî, "Neden 'yapmak' (فعل) kelimesiyle ifade edildi? Bu tercihin faydası nedir?" şeklinde bir soru sorulduğunda şu cevap verilir: "Çünkü ' فعل fiil' kelimesi, genelde bir eylemi belirtmek için kullanılan bir ifadedir. Örneğin birine 'Falan kişiye gittim' denildiğinde, 'Ne güzel yaptın!' cevabı verilir. Bu tür ifadeler kinaye yoluyla, özlü ve veciz anlatım sağlar. Mesela bir kimse 'Zeyd'i şöyle şöyle bir yerde dövdüm, hakaret ettim, cezalandırdım' diyerek birçok ayrıntı sayabilir. Ancak siz ona 'Ne kötü yaptın!' derseniz, bu kısa cümleyle bütün bu eylemleri kapsamış olursunuz. Eğer 'fiil' kelimesi yerine her defasında 'bir sûre getirmek' ifadesi tekrar edilseydi, anlatım uzamış olurdu." (ez-Zemahşerî, 1998).

Zemahşerî'de Kinayenin Türleri

Zemahşerî, bazı ayetleri tefsir ederken onun kinayeyi üç kısma ayırdığını görmekteyiz. Bunlar şunlardır: 1. **Mevsufa (nitelediği varlığa) yönelik kinaye.** Buna örnek olarak "dâd harfini konuşanlar" ile Araplar veya Arapça konuşanların kastedilmesi verilebilir. **2. Sıfata yönelik kinaye.** Buna "Temiz el" ifadesiyle iffet ve güvenin kastedilmesi örnek verilebilir. **3. Bir sıfatın mevsufa nispetine yönelik kinaye.** Örneğin: "Bu adamın gözü zekâyla doludur." Burada hem

sıfat (zekâ) hem mevsuf (adam) zikredilmiş, kişi zekâ ile nitelendirilmiştir (ez-Zemahşerî, 1998).

4.2.1. Mevsuftan Kinaye

Zemahşerî bu türdeki kinayeyi, Kur'an'da kadınlara evlenme niyetiyle üstü kapalı şekilde yaklaşılmasını konu alan şu ayetin bağlamında açıklamaktadır:

﴿فَٱصۡبِرۡ لِحُكۡمِ رَبِّكَ وَلَا تَكُن كَصَٰحِبِ ٱلۡحُوتِ إِذۡ نَادَىٰ وَهُوَ مَكۡظُومٞ﴾

"*Sen rabbinin hükmüne sabret; balığın yuttuğu (Yunus) gibi olma. Hani o, öfkeli bir halde bağırıp çağırmıştı.*" (Kalem, 68/48).

Burada صَاحِبُ الْحُوتِ ifadesi, mekniyyun anh ve aynı zamanda mevsuf olan Yunus Peygamber'i (a.s.) anlatan bir kinayedir. Mekzûm kelimesi, bir kişinin öfke ve sıkıntı içinde olduğunu ifade etmektedir. Burada, Yunus'un (a.s.) hıçkırıkları, öfkesini ve sıkıntısını simgelemektedir (ez-Zemahşerî, 1998).

4.2.2. Sıfattan Kinaye

Sıfattan ya da sıfatın tahsisinden kinaye konusunda Zemahşerî'nin diğer müfessirlerden farklı bir anlayışı vardır. Aşağıdaki ayette bu durum açıkça görülebilmektedir.

﴿ اَيُحِبُّ اَحَدُكُمْ اَنْ يَّاْكُلَ لَحْمَ اَخِيهِ مَيْتًا فَكَرِهْتُمُوهُ ۚ وَاتَّقُوا اللّٰهَ ۭ اِنَّ اللّٰهَ تَوَّابٌ رَّحِيْمٌ﴾

"*Herhangi biriniz ölü kardeşinin etini yemekten hoşlanır mı? İşte bundan tiksindiniz! Allah'a karşı gelmekten sakının. Şüphesiz Allah tövbeyi çok kabul edendir, çok merhamet edendir.*" (Hucurât, 49/12).

Zemahşerî'ye göre bu ayet, gıybetin ne kadar çirkin ve vahim bir şey olduğunu, gıybetin insanın kardeşinin etini yediği gibi kötü bir davranış olduğunu açıkça göstermektedir. Gıybet, ölmüş bir insanın etini yemek gibidir; çünkü o, savunmasızdır ve kendini koruyamaz. Bu mecaz, gıybet eden kişiyi ölü gibi bir durumda, kendini savunamayacak durumda tasvir etmektedir. Dolayısıyla insanın ölü kardeşinin eti yemesi, gıybetten kinayedir (ez-Zemahşerî, 1998).

4.2.3. Nisbetten Kinaye

Bu, sıfatın mavsûfa tahsisi gerektiren kinayedir. Bu tür kinaye, sıfatın belirli bir şekilde isme ait olmasıyla ortaya çıkar ve kinaye kullanımıyla sıfatın gerçekte neyi ifade ettiğini gösterir. Örneğin birinin cömertlik vasfını, "kerem onun elbiselerindedir" şeklinde kinayeli olarak ifade edilir. Bu tür kinayenin örneğini aşağıdaki ayette görmek mümkündür:

﴿ٱلَّذِينَ يَسۡتَحِبُّونَ ٱلۡحَيَوٰةَ ٱلدُّنۡيَا عَلَى ٱلۡأٓخِرَةِ وَيَصُدُّونَ عَن سَبِيلِ ٱللَّهِ وَيَبۡغُونَهَا عِوَجٗاۚ أُوْلَٰٓئِكَ فِي ضَلَٰلِۭ بَعِيدٖ﴾

"*Onlar, dünya hayatını âhirete tercih eden, Allah yolundan alıkoyan ve onu eğri göstermek isteyenlerdir; işte onlar derin bir sapkınlık içindedirler.*" (İbrâhîm, 14/3).

Zemahşerî'ye göre burada "بَعِيد (uzak)" ifadesi, onların sapkınlıklarının son noktasını ve nihayetini belirten bir kinayedir. Dünyayı ahirete tercih eden, Allah'ın yolundan sapan kimselerin kalp ve akıl yönünden sapmış oldukları ve bu sapkınlıklarının öyle bir noktaya geldiği belirtiliyor ki, artık onların doğruya dönmelerinin imkânsız olduğu ifade edilmektedir. "Uzak bir sapkınlık" ile anlatılmak istenen, bu insanların sapmalarının ne kadar derinleştiğidir. Tîbî, burada sapkınlık kavramını geniş bir alan gibi tasavvur ederek, onun "uzak" olduğunu belirtmektedir ve bu, onları bu sapkınlıkla özdeşleştiren bir kinayedir ((ez-Zemahşerî, 1998; et-Tîbî, 2013).

Sonuç

el-Keşşâf'ı doğrultusunda Zemahşerî'de kinayayi ele alan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Bu çalışma, kinayenin anlamı zenginleştiren, çeşitli anlam katmanlarını barındıran önemli bir beyânî ifade türü olduğunu ortaya koymuştur. Kinaye, edebî birikimi olan yetkin bir yazarın birçok estetik amacı ve belâgatla ilgili hedefi gerçekleştirmesini sağlamaktadır. Kur'an-ı Kerîm'de yer alan kinayeli tasvirler, kendilerine özgü bir belâgat gücüne sahiptir. Bu ifadeler, içerdiği fazilet, estetik, zarafet ve anlam ile öne çıkar; bağlamla kurduğu uyum sayesinde üstün bir ifade biçimi olarak belirmiştir. Bu yönüyle Kur'an'daki kinayeler, nazmındaki ve üslubundaki mucizevîliğin kaynağı olan sanat inceliklerinin başında gelir. Zira belâgatın ve fesahatin gereği, kelimenin kendi yerinde kullanılmasıdır; bazı şeyleri açıkça söylemektense kinaye yoluyla ifade etmek ise, bu gerekliliğin bir yansımasıdır. Bu sebeple kinaye, ihmal edilmemesi gereken belâgatin temel taşlarından biri olarak kabul edilmiştir.
- Zemahşerî, Kur'an'daki kinayeleri tespit ve tahlil hususunda sanatsal sezgiye sahip, ifade sırlarını derinlikli şekilde kavrayan bir müfessir olarak dikkati çekmiştir. O, Kur'an'daki kinayelerin birçok örneğini ortaya koymuş; bu ifadelerin estetik boyutlarını, inceliklerini ve hedeflerini açıklamıştır. Zemahşerî, bu ifadeleri çoğu kez özlü anlatım yollarından biri ve ikna edici bir anlatım aracı olarak değerlendirmiştir. Bu çalışma da, onun yaklaşımını örnekler üzerinden teyit etmiştir.
- Kur'an'daki kinayeler, kendilerine has bir fesahate ve anlamları aktarma konusunda özgün ve etkileyici bir tarza sahiptir. Bu ifadeler, çoğu zaman yalnızca bir mesajı değil, onunla birlikte o mesajın delilini de taşır. Bir iddianın veya hükmün deliliyle birlikte sunulması, onu yalnız başına ifade etmekten çok daha güçlü ve etkili kılar. Kinayeler, bağlamlarına uygun biçimde kendi anlam görevlerini üstlenirler ve bu görev başka bir ifade türüyle aynı düzeyde yerine getirilemez. Bu yönüyle hem şekilsel zarafet hem de anlam bütünlüğü sunarlar ve okuyucunun zihnine daha etkili bir şekilde yerleşirler. Bu da, Kur'an'ın mucizevî beyânının zirvesini teşkil eder.
- Kinayenin Kur'an ile olan yakın ilişkisi, onun yüce anlamlarıyla bütünleşmesi, Arapların bu ifade türüne olan sevgisi ve ustalığı göz önünde bulundurulduğunda, bu sanatın önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Zira kinaye, Arap edebiyatında ve Kur'an'da çokça yer almış, anlamları çağrıştıran, özlü, edepli ve estetik bakımdan zarif bir ifade türü olarak dikkat çekmiştir.
- Kur'an-ı Kerîm'de farklı türlerde kinayeler yer almaktadır. Bu ifadeler, Yüce Allah'ın azametini gösterdiği gibi, insanlara yönelik birtakım düzenlemeleri, tehdit, uyarı, ikram ve rahmeti, Allah'a kulluğu ve ibadeti de içermektedir.
- Bu çalışma kapsamında, Zemahşerî'nin *el-Keşşâf* adlı tefsirinde belirttiği üzere, sıfat bildiren ayetlerin, Kur'an'daki en yaygın kinaye türlerini oluşturduğu; ardından ta'rîz (ima), nisbet (mensubiyet) ve mevsuf (niteleme) içeren ayetlerin geldiği tespit edilmiştir.
- Zemahşerî'nin kinaye yorumlarında, itikadî olarak mensubu bulunduğu Mu'tezilî düşünce sistemine uygun açıklamalar yaptığı dikkat çekmektedir. Dolayısıyla o, kinaye sanatını, mensubu bulunduğu Mu'tezilî düşünce sistemi çerçevesinde yorumlamış ve bu yorumu kendi mezhebî görüşlerine hizmet edecek şekilde yapılandırmıştır.
- Kur'an'daki kinayeler, kendine has fesahati ve anlam iletmedeki özgünlüğüyle öne çıkmıştır. Çünkü kinaye, yalnızca manayı değil; onunla birlikte delilini de sunar. Bu yönüyle açık ifadeden daha beliğ bir anlatım türüdür.
- *el-Keşşâf*, yalnızca bir Kur'an tefsiri değil, aynı zamanda belâgat ilimlerinin bir ansiklopedisi mesabesindedir. Zemahşerî, bu eserinde Kur'an'ı tefsir etmekle kalmamış; aynı zamanda belâgat ilimlerini, Kur'an'ın i'câz boyutu açısından ele alarak detaylı biçimde incelemiştir.

- Zemahşerî'ye göre Kur'an-ı Kerîm'i hakkıyla tefsir edebilmek için ilim talibinin ma'ânî ve beyân ilimlerine vukûfiyet kazanması gerekir. Bu iki ilim olmadan delâlet tam anlamıyla gerçekleşmez, Kur'an'ın belâgat yönündeki incelikleri ve mucizevî güzelliği de anlaşılamaz.
- Zemahşerî, kendisinden önceki müfessirlerle mukayese edildiğinde, Kur'an'ı beyân ekseninde yorumlama yönüyle yeni bir anlayış ve yorum tarzı geliştirmiştir.
- Kur'an-ı Kerîm'de, çeşitli türlerde kinayeler içeren ayetler mevcuttur. Bu ayetler, bir yandan Yüce Yaratıcı'nın azametini ortaya koyarken, diğer yandan insanlar için düzenleyici ilkeler, tehdit ve uyarılar, ihsan ve merhamet ile Allah'a ibadet gibi farklı boyutları da içermektedir.
- Zemahşerî'nin *el-Keşşâf*'ında belirttiği üzere, Kur'an'daki kinayelerin en yaygın biçimi sıfat bildiren ayetlerde yer almakta; ardından ta'rîz (üstü kapalı ima), nisbet ve mevsuf (niteleme) içeren ayetler gelmektedir.

KAYNAKLAR

ʿÂdil Nuveyhid. *Mu'cemu'l-mufessirîn min sadri'l-İslâm hatta'l-'asri'l-hâdir*, Beyrut: Muessesetu Nuveyhid, 1988.
el-Bedevî, Tabâne. ʿİlmu'l-beyân, Kahire: Mektebetu'l-Anglo el-Mısriyye, 1958.
Carl Brockelmann. *Târîhu'l-edebi'l-'Arabî*, thk. Ramadân 'Abduttevvâb, trc. 'Abdulhalîm en-Neccâr, 5. Basım, Kahire: Dâru'l-ma'ârif, ts.
Ebû Mûsâ, Muhammed Haseneyn. *el-Belâğetu'l-Kur'âniyye fî tefsîri'z-Zemahşerî ve eseruhâ fi'd-dirâsâti'l-belâğiyye*, 2. Basım, Kahire: Mektebetu Vehbe 1988.
Emîn, Ahmed. Zuhru'l-İslâm, Kahire: Muessesetu Hindâvî li't-ta'lîm ve's-sekâfe, 2012.
el-Ferâhîdî, Halîl b. Ahmed. Kitâbu'l-'Ayn, thk. Mehdî el-Mahzûmî ve İbrâhîm es-Samerrâî By.: Dâru'l-Hilâl, ts.
el-Hamevî, Yâkût. *Mu'cemu'l-buldân*, 2. Basım, Beyrut: Dâru Sâdir, 1995.
Hasen İbrâhîm Hasen. *Târîhu'l-İslâmi's-siyâsî ve'd-dînî ve's-sekâfî ve'l-ictimâ'î*, Beyrut: Dâru'l-cîl, 1996.
İbn Hallikân, Ebu'l-'Abbâs Ahmed. *Vefeyâtu'l-a'yân ve enbâi ebnâi'z-zemân*, thk. İhsân 'Abbâs Beyrut: dâru sâdir, 1994.
Komisyon. *Mu'cemu'l-vasît*, Kahire: Mecme'u'l-lugati'l-'Arabiyye, 1972.
el-Kûrânî, Şihâbuddîn, Ahmed b. İsmâ'îl. *ed-Dureru'l-levâmi' fî şerhi Cem'i'l-cevâmi'*, thk. Sa'îd b. Ğâlib Kâmil el-Mecîdî, Medine: el-Câmi'atu'l-İslâmiyye, 2008.
Muhammed el-Hasen, 'Alî el-Emîn Ahmed. "el-Kinâye: esâlîbuhâ ve mevâki'hâ fi'ş-şi'ri'l-câhîlî" Yüksek Lisans Tezi, Mekke: Ummu'l-Kur'â Üniversitesi, 1984.
Munîr Sultân. *es-Sûretu'l-fenniyye fî şiʿri'l-Mutenebbî: el-Kinâye ve't-taʿrîd*, İskenderiye: Minşeâtu'l-meʿarif, 2002.
Öztürk, Mustafa ve M. Suat Mertoğlu. "Zemahşerî", *DİA*, İstanbul: TDV, 2013.
es-Suyûtî, Celâluddîn. *Buğyetu'l-vu'ât fî tabakâti'l-luğaviyyîn ve'n-nuhât*, thk. Muhammed Ebu'l-Fadl İbrâhîm, Beyrut: el-Mektebetu'l-'asriyye, 1964.
et-Tîbî, Şerefuddîn el-Huseyn b. 'Abdillâh. *Futûhu'l-gayb fi'l-keşfi 'an kinâ'i'r-rayb*, thk. Cemîl b. 'Atâ', Dubai: Câizetu Dubay, 2013.
ez-Zehebî, Muhammed b. Ahmed b. 'Usmân. *Siyeru a'lâmi'n-nubelâ'*, thk. Hayrî Sa'îd, Beyrut: el-Mektebetu't-tevfîkiyye, ts..
ez-Zemahşerî. *el-Keşşâf 'an hakâiki ğavâmidi't-tenzîl ve 'uyûni'l-akâvîl fî vucûhi't-te'vîl*, thk. 'Âdil Ahmed 'Abdulmevcûd, 'Alî Muhammed Mu'avvid, Riyad: Mektebetu'l-'Ubeykân, 1998.
ez-Ziriklî, Hayruddîn. *el-A'lâm*, 15. Basım, By.: Dâru'l-'ilm li'l-melâyîn, 2002.

AİLE BÜTÜNLÜK DUYGUSU İLE YAŞAM DOYUMU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN FAMILY COHESION AND LIFE SATISFACTION

Prof. Dr. Mustafa Yüksel ERDOĞDU

Rehberlik ve Psikolojik Danışma Anabilim Dalı, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-6403-5630

Ülkü TÜLEK

Aile Danışmanlığı Anabilim Dalı, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Türkiye

ORCID ID: 0009-0007-2913-7587

ÖZET

Giriş ve Amaç: Aile bütünlük duygusu, bireyin ailesine yönelik aidiyet, güven, sevgi ve karşılıklı destek hislerini kapsayan bütüncül bir algıdır. Bu duygu, bireyin kendini değerli ve anlaşılmış hissetmesine katkı sağlar. Yaşam doyumu ise bireyin yaşamını genel olarak olumlu değerlendirmesiyle ilgili öznel bir iyi oluş göstergesidir. Aile içi ilişkilerin sıcak, tutarlı ve destekleyici olması, bireyin yaşam doyumunu artıran önemli bir faktördür. Bu bağlamda, güçlü bir aile bütünlük duygusu, bireyin yaşamdan aldığı tatmini artırması ve psikolojik iyi oluşunu desteklemesi beklenmektedir. Bu amaçla bu araştırmada yetişkin bireylerde aile bütünlük duygusunun yaşam doyumuyla ilişkisini belirlemek ve aile bütünlük duygusunun yaşam doyumu üzerinde yordayıcı etkisini test etmek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılan bu çalışma 396 kişi üzerinde yürütülmüştür. Katılımcıların 289'u (%72,9) kadın, 107'si (%27,1) erkek bireylerden oluşmaktadır. Katılımcıların 39'u (%9,8) ilköğretim, 79'u (%19,9) lise, 278'i (%70,3) lisans ve üstü mezunudur. Verilerin toplanmasında Aile Bütünlük Duygusu Ölçeği Kısa Formu ve Yetişkin Yaşam Doyumu Ölçeği ve araştırıcı tarafından geliştirilen bilgi formu kullanılmıştır. Veriler Google Forms üzerinden katılımcılara ulaştırılmıştır. Araştırmada elde edilen puanlar normal dağılım göstermiş olmasından dolayı parametrik testler kullanılmıştır. Buna göre iki değişkenden elde edilen puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı T testi, ikiden fazla puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı göre Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) yapılmış, iki değişken arasındaki ilişki için Pearson momentler çarpımı Korelasyon Testi kullanılmıştır. Ayrıca Aile Bütünlük Duygusu ölçek puanlarının, Yaşam Doyumu üzerindeki yordayıcı etkisini değerlendirmek için Basit Regresyon Analizi yapılmış %23 oranında bir etkisi olduğu saptanmıştır.

Sonuçlar: Araştırma sonuçlarına göre yaşam doyumu cinsiyete, aile bütünlüğü ve yaşam doyumu ise psikolojik destek alma, mutlu çocukluk geçirme, geleceğe dair ümitli olma durumuna göre gruplar arasında anlamlı farklılıklar vardır. Yaşam doyumu ve aile bütünlük duygusu katılımcıların ailede alınacak kararlara katılma durumuna göre gruplar arasında anlamlı farklılıklar göstermektedir. Aile bütünlük duygusu cinsiyete göre anlamlı farklılık

göstermemektedir. Araştırma sonucunda Aile Bütünlük Duygusu ve Yaşam Doyumu arasında pozitif anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular ana hatlarıyla tartışılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Aile; Yetişkinlik; Aile Bütünlük Duygusu; Yaşam Doyumu

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Family cohesion is a holistic perception that encompasses an individual's feelings of belonging, trust, love, and mutual support toward their family. This feeling contributes to an individual's sense of self-worth and understanding. Life satisfaction is a subjective indicator of well-being related to an individual's overall positive assessment of their life. Warm, consistent, and supportive family relationships are an important factor in increasing an individual's life satisfaction. In this context, a strong sense of family cohesion is expected to increase an individual's satisfaction with life and support their psychological well-being. For this purpose, this study aims to determine the relationship between the sense of family cohesion and life satisfaction in adults and to test the predictive effect of the sense of family cohesion on life satisfaction.

Materials and Methods: This study, which uses the correlational survey model from quantitative research methods, was conducted on 396 individuals. Of the participants, 289 (72.9%) were women and 107 (27.1%) were men. Thirty-nine (9.8%) of the participants had a primary school education, 79 (19.9%) had a high school education, and 278 (70.3%) had a bachelor's degree or higher. The Family Cohesion Scale Short Form, the Adult Life Satisfaction Scale, and an information form developed by the researcher were used to collect the data. The data were sent to the participants via Google Forms. Parametric tests were used because the scores obtained in the study showed a normal distribution. Accordingly, the significance of the difference between the mean scores obtained from two variables was tested using the t-test, the significance of the difference between the mean scores of more than two variables was tested using one-way analysis of variance (ANOVA), and the Pearson product-moment correlation test was used to assess the relationship between two variables. Additionally, a Simple Regression Analysis was conducted to evaluate the predictive effect of Family Cohesion Scale scores on Life Satisfaction, and it was determined that there was a 23% effect.

Results: According to the research results, there are significant differences between groups in terms of life satisfaction based on gender, family cohesion, and life satisfaction based on receiving psychological support, having a happy childhood, and being hopeful about the future. Life satisfaction and family cohesion show significant differences between groups based on participants' involvement in family decision-making. Family cohesion does not show significant differences according to gender. The study found a positive correlation between family cohesion and life satisfaction. The findings of the study were discussed in detail, and recommendations were made.

Keywords: Family; Adulthood; Family Cohesion; Life Satisfaction

GİRİŞ

Aile; genellikle evlilik, kan bağı veya evlat edinme yoluyla kurulan, karşılıklı sorumluluk, ilgi ve destek bağlamında şekillenen (Kağıtçıbaşı, 2010), sosyo-ekonomik destek, kültürel değerlerin aktarılması ve bireylere kimlik kazandırma gibi işlevsellik üstlenen güçlü bir yapıdır (Giddens, 2000). Aile yalnızca biyolojik bağdan ibaret olmayıp, bireylerin karşılıklı sorumluluk, sevgi, saygı ve bağlılık gösterdiği sosyal bir sistemdir (Bingöl, 2009). Toplumda

sosyal benliğin kazanılması konusunda en önemli rolü üstlenen aile, aynı zamanda çocuğun ilk sosyal çevresidir (Akın, 2019). Bu bağlamda aile bireyin kişiliğinin oluşumunda ve toplumun kültürel sürekliliğinin sağlanmasında merkezi bir role sahiptir. Gerek bireysel gerek toplumsal düzeyde aile kurumu, insan yaşamının anlamlandırılmasında temel bir referans noktası olmaya devam etmektedir. Aile içerisinde bilhassa ebeveynlerin çocuğa karşı yaklaşımları, onların sağlıklı gelişim süreçlerinde kritik bir öneme sahiptir (Erdoğdu, 2008). Aile içi iletişim, bireyin kendine güven duyması, sorumluluk alması ve sağlıklı ilişkiler kurabilmesi için gerekli olan ortamı sağlar (TDK, 2023). Bu bağlamda güçlü aile ilişkilerinin bireylerin yaşam doyumlarını artırdığı ve sosyal beraberliği desteklediği bilimsel çalışmalarla da desteklenmektedir (Aktaş, 2018). Ortak amaç ve görevlere sahip bireylerden oluşan aile (Tekin ve Tuncay, 2021), sorumluluklarını belirli bir düzen ve sistemler bütünü olarak gerçekleştirmektedir (Şahin, 2019). Aile bütünlük duygusu: bireyler arasında, dayanışma, karşılıklı saygı (Kaya, 2015),ortak değerler ve adanmışlık gibi duyguları içeren, aile üyelerinin birbirleriyle duygusal bağı (Olson, 2000) olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla, aile bütünlüğü, aile üyeleri arasındaki duygusal yakınlık, sadakat ve aidiyet duygusuyla birbirlerine bağlı kalabilen (Greeff ve Malherbe, 2001) ve bu bağlılık yoluyla ilişkilerinde devamlılık gösteren (Olson ve ark., 2003), ortak değerleri benimsemiş ve sorunlarla birlikte baş edebilen **(Yavuzer, 2013)** bireylerin kazanımıdır. Bu anlamda aile bütünlüğü, aile üyeleri arasındaki duygusal, sosyal ve ekonomik bağların güçlü olması durumu olarak değerlendirilebilir.

Aile bütünlük duygusu, bireyin psikolojik dayanıklılık kazanmasında çok etkin bir faktördür. (Tarhan, 2020). Bowen'ın Aile Sistemleri Teorisi'ne göre aile bütünlüğü, bireylerin hem duygusal bağlarını sürdürebilmesi hem de sağlıklı bir bireysel ayrışma yaşayabilmesiyle mümkün olmaktadır (Bowen, 1978). Çocukluk döneminde güvenli aile ortamında büyüyen bireylerin psikolojik sağlamlığı (Golombok, 2015), okul başarısı (Selçuk 2021), özgüveni ve kendini ifade etme becerisi (**Cüceloğlu, 2018) artarken, parçalanmış ailelerde büyüyen bireylerin sosyal ilişkilerde**, okul ve iş hayatında daha fazla uyum problemi yaşadığı (**Mark Regnerus, 2012),** topluma uyum sağlamakta zorlandığı (**Baltaş, 2016)** görülmektedir. Bu anlamda aile desteği, bireyin stres ve kaygıyla başa çıkmasında kritik bir faktördür. Aile desteği güçlü olanların stres hormonlarının daha düşük (Sapolsky, 2017)**,** dolayısıyla stresli bir olayla karşılaştıklarında işlevsel bir şekilde üstesinden gelebilen (Hsiao ve ark, 2017), zorlayıcı yaşam olaylarına karşı daha çabuk çözüm üretebilen bireyler olduğu gözlenmektedir (Hsiao ve Tsai, 2014). Aynı zamanda çocukların sosyal yeteneklerinin ve empati düzeylerinin ailenin desteklediği duygusal zekayla doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir (Bronfenbrenner, 2010). Ebeveynlerin çocuklarına karşı gösterdikleri şefkat ve güven duygusu, çocukların kendilik algısı ve dünyaya güvenle yaklaşmalarını sağlarken (Bögels ve Melick, 2016), bireyin sağlıklı yaşam alışkanlıkları geliştirmesinde önemli bir etkendir (Şalcıoğlu, 2019). Dolayısıyla, çocukların sosyal becerilerinin ve empati düzeylerinin ailenin sağladığı duygusal güvenceyle doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir (Urie Bronfenbrenner, 2010).

Yapılan araştırmalarda**,** aile bütünlük duygusu güçlü olan aileler, gerginliğe neden olan durumlara karşı daha etkin baş etme yöntemleri geliştiren (Gençer, 2019), depresyon ve stres düzeyleri daha düşük, özsaygı düzeyleri daha yüksek (Moos ve Moos, 1981) kimlik geliştirme sürecinin daha sağlıklı ve tutarlı (Grotevant ve Cooper, 1986) sosyal-duygusal gelişimlerinin daha güçlü ve öz-düzenleme becerilerinin daha gelişmiş olduğunu (Schoppe-Sullivan ve ark., 2004) görülmüştür. Diğer taraftan çok yapışık veya ayrışık aile ilişkileri, bireylerin psikolojik dayanıklılığını azaltırken, seviyeli bağlılık ve değer duygusunun aile bütünlüğünü olumlu yönde etkilediği (Olson, 2000) söylenebilir. Dolayısıyla güçlü aile yapılarının bireylerin refah düzeyini artırdığı ve toplumda sosyal bütünleşmeyi sağladığı bilimsel çalışmalarla da desteklenmektedir (Aktaş, 2018).

Bireylerin huzurlu bir hayat sürmeleri, daha aktif ve üretken olmaları için aile bütünlük duygusunun yanı sıra yaşam doyumunun da çok büyük bir önemi vardır. Sevgi, güven ve sadakat gibi bütünlük duygularının, bireylerin aile yaşamlarını olumlu algılamaları ve doyum hissetmeleri ile mümkün olmaktadır. Bireylerin yaşam arzuları, istek ve beklentilerinin karşılanmasına doyum denilmektedir. Yaşam doyumu ise bireyin beden sağlığı, uyum yeteneği, ruhsal iyi olma hali, sosyal ilişkileri ve sosyoekonomik durumunun güçlü olmasıdır (Balat ve Akman, 2006). Bir başka deyişle, bireyin hayatındaki genel memnuniyet düzeyini ve yaşamın farklı alanlarına ilişkin algılarını kapsayan öznel bir iyi oluş bileşenidir (OECD, 2013). Ryff e göre yaşam doyumu, bireyin yalnızca mutlu olması değil, aynı zamanda gelişim göstermesi ve anlamlı bir hayat sürmesidir. (Ryff, 2014). Dolayısıyla yaşam doyumu; kişinin kendi belirlediği istediği özelliklere göre hayatını şekillendirmesidir. Birey yaşamını değerlendirirken hangi ölçütleri kullanacağına kendisi karar verir (Diener ve Pavot, 1993) ve mevcut yaşam koşullarını, kendi belirlediği ölçütle karşılaştırarak bir yargıya varır (Diener ve ark.,1985).

İnsan ilişkileri, değerler, inanç sistemleri ve toplumsal aidiyet, yaşam doyumunu etkileyen önemli unsurlardır. Dolayısıyla, yaşam doyumunu etkileyen faktörler sadece bireysel değil, aynı zamanda toplumsal yapıyla da ilgilidir. Sosyal eşitsizlikler, ekonomik zorluklar ve eğitim fırsatlarındaki dengesizlikler bireyin yaşam doyumunu azaltabilmekte, adalet ve güven duygusunu olumsuz yönde etkilemektedir (Oishi ve ark., 2011). Ruhsal denge ve anlam bulma ise bireyin yaşamdan aldığı tatmini artırır (Tarhan, 2020). Bireyin arzuları ile mevcut yaşamı arasındaki uyum veya uyumsuzluk yaşam doyumunu belirleyen önemli bir ölçüttür. Uyum yeteneği ne kadar güçlü ise yaşam doyumu da o kadar fazla olacaktır.(Diener ve ark., 2003). Bu kriterleri sağlamış bireylerin, özgüveni daha yüksek, sosyal hayatta daha uyumlu, çalışma ve evlilik yaşamlarında daha mutlu oldukları görülmektedir. (Lyubomirsky ve ark., 2005; Diener ve Lucas, 2000). **Bu bağlamda yaşam doyumu**, bireyin hayatının birçok bölümünde aldığı haz, memnuniyet ve anlam duygusunu ifade eden psikolojik bir göstergedir. Yüksek yaşam doyumuna sahip bireyler, genellikle daha sağlıklı, daha üretken ve çevreleriyle daha uyumlu ilişkiler içinde bulunurlar.

Yaşam doyumu, bireyin psikolojik, fiziksel ve sosyal sağlığını etkileyen kritik bir kavramdır. Yaşam doyumunu bireyin psikolojik sağlamlığı ile ilişkilendiren Cüceloğlu, (2018), bireyin içsel dengesi, anlam arayışı ve sosyal ilişkilerinin yanı sıra kişinin iç huzurunun ve kendini gerçekleştirmesinin de çok önemli bir etken olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla mutlu bireyler, strese karşı daha dayanıklı ve fiziksel sağlamlıkları daha fazladır (Baltaş, 2016). Sosyal ilişkilerin yaşam doyumunun en önemli bileşenlerinden biri olduğunu savunan Seligman, aile, arkadaşlar ve iş ortamındaki güçlü bağların bireyin mutluluk seviyesini artırdığını aynı zamanda yüksek yaşam doyumu olan bireylerin daha sağlıklı sosyal ilişkiler kurduğunu vurgulamaktadır (Seligman, 2011).

Yapılan araştırmalarda, yaşam doyumunun bireysel özellikler, gelir düzeyi ve yaşam olayı etkilerine göre değişkenlik gösterdiğini, bu duygunun sadece objektif koşullara bağlı olmadığını, aynı zamanda bireysel algı ve deneyimlere dayalı olduğunu ortaya koymuştur (Lucas ve Diener, 2008). Ayrıca yaşam doyumunun fizyolojik sağlıkla doğrudan ilişkili olduğunu, buna göre yaşam doyumu yüksek olan bireylerin, bağışıklık sistemi daha güçlü, uyku düzeni daha iyi, enerjik ve kalp damar hastalıklara karşı daha dirençli (Kahneman ve Deaton, 2010), problemle baş etmede etkin, strese neden olan yaşam koşullarına karşı daha güçlü (Kaba ve ark., 2017), akademik yönden daha başarılı (Aysan ve Bozkurt, 2004) olduğu görülmüştür. Bireyin kendine güveni, kontrol duygusu ve değer verdiği şeylere ulaşma durumu ile yaşam doyumu arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (Yetim, 2001). Dolayısıyla yaşam doyumunun ölçülmesinin, bireylerin mutluluk seviyelerinin ve yaşam kalitesinin anlaşılmasında önemli bir göstergedir (Veenhoven, 2008). Bu anlamda, yaşam doyumu yüksek bireylerin her yönden sağlıklı bir hayat sürdüğü, yüksek düzeyde sosyal işlevsellik ve olumlu

ilişkilere sahip, yaşamları ile uyumlu, gelişime açık bir bilişsel yapıya sahip olduğunu görülmektedir.

İnsanların yaşamda karşılaşmış olduğu sorunların üstesinden gelmesinde, aile, arkadaş ilişkileri, iş ortamı gibi pek çok alanda kendilerini iyi hissetmelerinde, yaşam doyumunun çok olumlu etkileri olduğu düşünülebilir. Bu anlamda insanların yaşam doyumunu etkileyebilecek ve yaşam doyumunu geliştirip destekleyebilecek faktörlerin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Yapılan bu çalışmada, aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumu arasındaki ilişkiler ortaya konulacak, anlamlı bir ilişki bulunduğu takdirde, bireylerin yaşam doyumunu artırma konusunda aile bütünlük duygusunun desteklenmesinin ne kadar önemli olduğu araştırma bulgularıyla birlikte sunulacaktır. Elde edilen bu bulguların aile danışmanlarına psikologlara öğretmenlere çok önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir. Bunula birlikte aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumunun cinsiyet, mutlu çocukluk, aileden destek, psikolojik iyi oluş gibi farklı değişkenlere göre araştırılmasına bağlı olarak, riskli grupların belirlenmesi, yaşam doyumu kazanımı konusunda hangi gruplara öncelik verilmesi gerektiği ve bu anlamda gerekli önlemlerin alınması bakımından da bu çalışmanın çok özel bir yere sahip olduğu söylenebilir.

Yukarıdaki açıklamalara istinaden bu araştırmanın temel amaçları şunlardır:

1- Aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumu arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

2- Aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumunun; cinsiyet, yaş, eğitim durumu gibi değişkenlere göre gruplar arasında anlamlı farklılıklar var mıdır?

3- Aile bütünlük duygusu yaşam doyumunu anlamlı düzeyde yordamakta mıdır?

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Yetişkin bireylerde aile bütünlük duygusu ile yaşam doyumu arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla yürütülen bu çalışma, nicel araştırma yöntemlerinden biri olan ilişkisel tarama modeli yöntemiyle yapılmıştır. İlişkisel tarama modeli, iki ya da daha fazla değişken arasında bir ilişki olup olmadığını ve bu ilişkinin yönü ile derecesini ortaya koymayı amaçlayan betimsel bir araştırma yöntemidir (Karasar, 2012).

Çalışma Grubu

Araştırma, araştırmaya katılım gösteren 396 kişi üzerinde yürütülmüştür. Katılımcıların 289'u (%72,9) kadın, 107'si (%27,1) erkek bireylerden oluşmaktadır. Katılımcıların 39'u (%9,8) ilköğretim, 79'u (%19,9) lise, 278'i (%70,3) lisans ve üstü mezunudur. Katılımcıların yaş dağılımı 18 yaş ve üstü arasında değişiklik göstermektedir. 18-24 yaş aralığında 133 (%33,5), 25-30 yaş aralığında 51 (%12,8), 31 yaş ve üstü ise 212 (%53,7) katılımcı yer almaktadır. Katılımcıların 144'ü (%36,3) psikolojik destek almış, 252'si (%63,7) psikolojik destek almamıştır. Katılımcıların 317'si (%80,1) aileden destek almış, 79'u (%19,9) ise aileden destek almamıştır. Katılımcıların 245'i (%61,8) mutlu çocukluk geçirmiş, 151'i (%38,2) ise kısmen veya hiç mutlu çocukluk geçirmemiştir. Katılımcıların 189'u (%47,7) alınan kararlarda ailecek karar vermiş, 50'si (%12,6) alınan kararlarda ailecek karar vermemiş, 157'si (%39,8) alınan kararlarda kısmen ailecek karar vermiştir. Katılımcıların 239'u (%60,3) geleceğe dair ümitli, 36'sı (%9,1) geleceğe dair ümitsiz, 121'i (%30,6) geleceğe dair kısmen ümitlidir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, katılımcıların cinsiyet, eğitim düzeyi, yaş, psikolojik destek alıp almadıkları, ailelerinden destek görüp görmedikleri, çocukluk dönemlerinin mutluluk düzeyi, aile içi karar süreçlerine katılım durumları ve geleceğe yönelik umut düzeyleri gibi demografik ve bireysel özellikleri belirlemek amacıyla kişisel bilgi formu hazırlanmış ve uygulanmıştır.

Aile Bütünlük Duygusu Ölçeği- Kısa Formu (ABDÖ)

Bu ölçek, bireylerin ailelerine ilişkin algıladıkları bütünlük duygusunu değerlendirmek amacıyla Antonovsky ve Sourani (1988) tarafından başlangıçta 26 maddelik bir yapı halinde geliştirilmiştir. Daha sonra Sagy (1998) tarafından bu ölçeğin 12 maddelik kısa formu hazırlanmıştır. Kendi kendini değerlendirmeye dayanan bu ölçme aracı, 1 ile 7 arasında derecelendirilen Likert tipi bir yapıya sahiptir. Ölçekten elde edilen yüksek puanlar, bireyin ailesine yönelik bütünlük algısının güçlü olduğunu göstermektedir. Önceki geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, ölçeğin madde-toplam puan korelasyonlarının 0,45 ile 0,65 arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, ölçek aile işlevselliğiyle ilgili değerlendirme indekslerinde pozitif işlevlerle olumlu ve orta-yüksek düzeyde, negatif işlevlerle ise ters yönde ilişkili bulunmuştur (Sagy, 1998). Ölçeğin iç tutarlılığına ilişkin güvenilirlik katsayıları da literatürde yüksek olarak rapor edilmiştir; Sagy (1998) çalışmasında bu katsayı 0,88, Sagy ve Dotan (2001) çalışmasında ise 0,77 olarak belirtilmiştir. Ölçeğin yapı geçerliliğini belirlemek amacıyla, veriler üzerinde faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda öz değeri 1'in üzerinde olan üç faktörün bulunduğu tespit edilmiştir. Analiz bulgularına göre bu üç faktörün toplam varyansın %50,61'ini açıklamıştır. Ölçekte yer alan maddelere ilişkin faktör yükleri incelendiğinde, bu değerlerin .49 ile .74 arasında değiştiği görülmüştür.Türkçeye uyarlama çalışması ise Çeçen tarafından 2007 yılında gerçekleştirilmiştir. Uyarlama sürecinde ölçeğin dilsel ve kültürel geçerlik çalışmaları tamamlanarak kullanıma uygun hale getirilmiştir.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler üzerinden ölçeğin güvenirliği tekrar değerlendirilmiş ve Cronbach's alpha katsayısı 0,69 olarak bulunmuştur.

Yetişkin Yaşam Doyumu Ölçeği (YYDÖ)

Bireylerin yaşamdan memnuniyet düzeylerini belirlemek amacıyla Diener, Emmons, Larsen ve Griffin (1985) tarafından geliştirilen Yaşam Doyumu Ölçeği faynı yönde ifade edilmiş toplam beş maddeden oluşmaktadır. Ölçek, 7 dereceli Likert tipi bir yapıya sahiptir ve her madde "hiç uygun değil" (1) ile "çok uygun" (7) arasında puanlanmaktadır. Bireyin kendi değerlendirmesine dayalı olan bu ölçme aracı, yaklaşık beş dakikada tamamlanabilmektedir.

Ölçeğin Türkçeye uyarlaması Köker (1991) tarafından gerçekleştirilmiş olup, test-tekrar test güvenirlik katsayısı 0,71, iç tutarlılık katsayısı ise 0,78 olarak rapor edilmiştir. Katılımcıların ölçekten elde edebileceği toplam puan en az 5, en fazla 35 olup, yüksek puanlar bireyin yaşam doyumunun yüksekliğine işaret etmektedir.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler üzerinden ölçeğin güvenirliği tekrar değerlendirilmiş ve Cronbach's alpha katsayısı 0,86 olarak belirlenmiştir. Bu değer, ölçme aracının iç tutarlılığının yüksek olduğunu ve güvenilir bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Diener ve ark.,1985).

İşlem Yolu ve Verilerin Analizi

Çalışmanın başlangıcında katılımcılara araştırmanın amacı hakkında bilgilendirme yapılmış; çalışmaya katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı, verilen bilgilerin gizli tutulacağı ve katılımcıların istedikleri takdirde herhangi bir aşamada çalışmadan çekilebilecekleri açıkça ifade edilmiştir. Katılımcılardan araştırmaya katılmayı kabul ettiklerini gösteren onam formunu işaretlemeleri istenmiş; bu onayın ardından anketin ilgili bölümlerine erişimleri sağlanmıştır.

Araştırmada veriler, analiz edilmeden önce SPSS 25 programına aktarılmış, ölçeklerin toplam puanları hesaplanmıştır. Analize başlamadan önce elde edilen toplam puanların normallik testleri incelenmiş ve Aile Bütünlük Duygusu Ölçeğinin basıklık değeri -,531 ile ,245 arasında, çarpıklık değeri -,001 ile ,123 arasında bulunmuştur. Bununla birlikte Yaşam Doyumu Ölçeğinin basıklık değeri -,160 ile ,245 arasında, çarpıklık değeri ise -,264 ile ,123 arasında bulunmuştur. Değerler +1,5 ile -1,5 arasında çıktığı için puanların normal dağılım gösterdikleri kabul edilmiştir. Ölçeklerden elde edilen puanlar normal dağılım gösterdiğinden iki grup puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı için t Testi; ikiden fazla puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı için de Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Bununla birlikte değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla da Pearson Korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Aile Bütünlük Duygusunun Yaşam Doyumunu yordama üzerindeki rolünü analiz etmek için Basit Regresyon Analizi kullanılmış %23 oranında etkisi olduğu belirlenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 1. Aile Bütünlüğü Ve Yaşam Doyumu Ölçeğinin Betimsel İstatistikleri (N=396)

Ölçekler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart S.
Aile Bütünlüğü	31,00	78,00	56,39	9,37
Yaşam Doyumu	5,00	25,00	17,11	4,13

Tablo 1'de görüldüğü gibi Aile Bütünlüğü ölçeği puanlarının ortalaması 56,39, standart sapması 9,37 olarak ölçülmüştür. Ölçekten elde edilen en yüksek puan 78,00 ve en düşük puan 31,00 olarak belirlenmiştir. Yaşam Doyum Ölçeği puanlarının ortalaması 17,11, standart sapması ise 4,13 olarak belirlenmiştir. Ölçekten alınan en yüksek puan 25,00, en düşük puan ise 5,00'dir.

Katılımcıların Aile Bütünlüğü ve Yaşam Doyumu ölçek puanlarının cinsiyete, psikolojik destek alma durumuna, aileden destek alma durumuna ve mutlu çocukluk geçirme durumuna göre T testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Aile Bütünlüğü Ve Yaşam Doyumu Ölçek Puanlarının Cinsiyete, Psikolojik Destek Alma Durumuna, Aileden Destek Alma Durumuna Ve Mutlu Çocukluk Geçirme Durumuna Göre T Testi Sonuçları

Ölçme Aracı	Değişkenler		N	$\bar{X}$±S	sd	T	P
Aile Bütünlüğü	Cinsiyet	Kadın	289	56,84±9,13	394	1,57	,117
Yaşam Doyumu		Erkek	107	55,17±9,94			
		Kadın	289	17,51±4,04	394	3,22	,001
		Erkek	107	16,02±4,19			
Aile Bütünlüğü	Psikolojik Destek Alma Durumu	Evet	144	54,29±9,17	394	3,40	,001
		Hayır	252	57,58±9,29			
Yaşam Doyumu		Evet	144	16,38±4,17	394	2,66	,008
		Hayır	252	17,53±4,05			
Aile Bütünlüğü	Aileden Destek Alma Durumu	Evet	317	57,74±9,12	394	6,01	,000
		Hayır Ve Bazen	79	50,94±8,38			
Yaşam Doyumu		Evet	317	17,65±3,85	394	5,42	,000
		Hayır Ve Bazen	79	14,93±4,49			
Aile Bütünlüğü	Mutlu Çocukluk Geçirdim	Evet	245	58,53±9,18	394	6,03	,000
		Hayır Ve Kısmen	151	52,95±8,63			
Yaşam Doyumu		Evet	245	18,04±3,86	394	5,91	,000
		Hayır Ve Kısmen	151	15,61±4,11			

Tablo-2'de görüldüğü gibi katılımcıların Aile Bütünlüğü ölçek puanları cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermemektedir [t(394)=1.57,p>.01]. Katılımcıların Yaşam Doyumu ölçek puanları cinsiyete göre anlamlı farklılıklar göstermektedir [t(394)=3,22, p< .01]. Kadınların yaşam doyumu ölçek puanları ($\bar{X}$=17,51) erkeklerden yüksektir ($\bar{X}$=16,02). Katılımcıların Aile Bütünlüğü ölçek puanları psikolojik destek alma durumlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir [t(394)=3,40, p< .01]. Psikolojik destek alma durumu hayır olanların ölçek puanları ($\bar{X}$=57,58) psikolojik destek alma durumu evet olanlardan yüksektir ($\bar{X}$=54,29).

Katılımcıların Yaşam Doyumu ölçek puanları psikolojik destek alma durumlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir [t(394)=2,66, p< .01]. Psikolojik destek alma durumu hayır olanların ölçek puanları ($\bar{X}$=17,53) psikolojik destek alma durumu evet olanlardan yüksektir ($\bar{X}$=16,38). Katılımcıların Aile Bütünlüğü ölçek puanları aileden destek alma durumlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir [t(394)=6,01, p< .01]. Aileden destek alma durumu evet olanların ölçek

puanları ($\bar{X}$=57,74) aileden destek alma durumu hayır ve bazen olanlardan yüksektir ($\bar{X}$=50,94). Katılımcıların Yaşam Doyumu ölçek puanları aileden destek alma durumlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir [t(394)=5,42, p< .01]. Aileden destek alma durumu evet olanların ölçek puanları ($\bar{X}$=17,65) aileden destek alma durumu hayır ve bazen olanlardan yüksektir ($\bar{X}$=14,93). Katılımcıların Aile Bütünlüğü ölçek puanları mutlu çocukluk geçirme durumlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir [t(394)=6,03, p< .01]. Mutlu çocukluk geçirme durumu evet olanların ölçek puanları ($\bar{X}$=58,53) mutlu çocukluk geçirme durumu hayır ve kısmen olanlardan yüksektir ($\bar{X}$=50,94). Katılımcıların Yaşam Doyumu ölçek puanları mutlu çocukluk geçirme durumlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir [t(394)=5,91, p< .01]. Mutlu çocukluk geçirme durumu evet olanların ölçek puanları ($\bar{X}$=18,04) mutlu çocukluk geçirme durumu hayır ve kısmen olanlardan yüksektir ($\bar{X}$=15,61)

Tablo. 4 Katılımcıların Aile Bütünlük Ve Yaşam Doyumu Ölçeklerinden Alınan Puanların Geleceğe Dair Ümitli Olma Durumu Ve Ailecek Alınan Kararların Uygulanma Durumuna Göre Anova Sonuçları

	Değişkenler		**N**	**$\bar{X}$ ± S**	**Varyansın Kaynağı**	**Kareler Toplamı**	**sd**	**Kare. Ortal.**	**f**	**p**
Aile Bütünlük Yaşam Doyumu	Geleceğe Dair Ümitli	Evet	239	58,51±9,06	Gruplararası	2823,85	2	1411,92	17,40	,00
		Hayır	36	51,58±8,71	Gruplariçi	31890,47	393	81,14		
		Bazen	121	53,63±8,97	Toplam	34714,33	395			
		Evet	239	18,41±3,76	Gruplararası	1160,02	2	580,01	40,80	,00
		Hayır	36	13,41±4,07	Gruplariçi	5586,62	393	14,21		
		Bazen	121	15,64±3,69	Toplam	6746,65	395			
Aile Bütünlük Yaşam Doyumu	Ailecek alınan kararlar uygulanır	Evet	189	59,90±8,57	Gruplararası	6035,25	2	3017,62	41,352	,00
		Hayır	50	48,30±8,22	Gruplariçi	28679,07	393	72,97		
		Kısmen	157	54,73±8,60	Toplam	34714,33	395			
		Evet	189	18,49±3,72	Gruplararası	800,32	2	400,16	26,44	,00
		Hayır	50	14,56±4,54	Gruplariçi	5946,33	393	15,13		
		Kısmen	157	16,26±3,85	Toplam	6746,65	395			

Analiz sonuçlarına göre "Aile Bütünlük" ölçeği puanları geleceğe dair ümitli olma durumlarına göre anlamlı farklılıklar göstermektedir[f(2-393)=17,40, p<.05]. Gruplar arasındaki anlamlı farklılıkları tespit etmek amacıyla Scheffe testi uygulanmış ve geleceğe dair ümitli olan ($\bar{X}$=58,51) katılımcıların Aile Bütünlük Duygusunun, geleceğe dair bazen ümitli olan ($\bar{X}$=53,63) ve geleceğe dair ümitli olmayan ($\bar{X}$=51,58) katılımcılara göre anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Analiz sonuçlarına göre "Yaşam Doyumu" ölçeği puanları geleceğe dair ümitli olma durumlarına göre anlamlı farklılıklar göstermektedir[f(2-393)=40,80, p<.05]. Gruplar arasındaki anlamlı farklılıkları tespit etmek amacıyla Scheffe testi uygulanmış ve geleceğe dair ümitli olan ($\bar{X}$=18,41) katılımcıların Yaşam Doyumu Duygusunun, geleceğe dair bazen ümitli

olan ($\bar{X}$=15,64) ve geleceğe dair ümitli olmayan ($\bar{X}$=13,41) katılımcılara göre anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Analiz sonuçlarına göre "Aile Bütünlük" ölçeği puanları ailecek alınan kararları uygulama durumlarına göre anlamlı farklılıklar göstermektedir[f(2-393)=41,35, p<.05]. Gruplar arasındaki anlamlı farklılıkları tespit etmek amacıyla Scheffe testi uygulanmış ve ailecek alınan kararları uygulayan ($\bar{X}$=59,90) katılımcıların Aile Bütünlük Duygusunun, ailecek alınan kararları kısmen uygulayan ($\bar{X}$=54,73) ve ailecek alınan kararları uygulamayan ($\bar{X}$=48,30) katılımcılara göre anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Analiz sonuçlarına göre "Yaşam Doyumu" ölçeği puanları ailecek alınan kararları uygulama durumlarına göre anlamlı farklılıklar göstermektedir[f(2-393)=26,44, p<.05]. Gruplar arasındaki anlamlı farklılıkları tespit etmek amacıyla Scheffe testi uygulanmış ve ailecek alınan kararları uygulayan ($\bar{X}$=18,49) katılımcıların yaşam doyumu duygusunun, ailecek alınan kararları kısmen uygulayan ($\bar{X}$=16,26) ve ailecek alınan kararları uygulamayan ($\bar{X}$=14,56) katılımcılara göre anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo. 5 Aile Bütünlüğü Ve Yaşam Doyumu Ölçek Puanları Arasında Korelasyon

Ölçekler	1	2
Aile Bütünlük	-	
2. Yaşam Doyumu	,48**	-

**p<.01

Tablo. 5 de görüldüğü gibi Aile Bütünlüğü ölçeği puanları ile Yaşam Doyumu ölçeği puanları arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır (r=.48 , p<.01)

Tablo.6 Aile Bütünlük Duygusunun Yaşam Doyumunu Yordamasına Yönelik Regresyon Analizi

Değişken	B	S.H	β	t	p	İkili r	Kısmı r
Aile bütünlük	,21	,019	,48	10,959	,000	,48	,48
R=0.48 R2=0.23 F(1,394)=120,10 p=.000							

Aile bütünlük ölçek puanı yaşam doyumunu anlamlı olarak yordamaktadır.(R=0.48, R^2=0.23, p<,01). Aile bütünlüğü, Yaşam Doyumunun %23 ünü açıklamaktadır.

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, aile bütünlük duygusunun yaşam doyumuyla ilişkisinin araştırma sonuçlarına dair tartışmalara yer verilmiştir. Araştırma bulgularına göre, aile bütünlük duygusuyla yaşam doyumu arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla aile bütünlük duygusu arttıkça yaşam doyumu artmaktadır. Aynı zamanda aile bütünlük duygusunun güçlü olmasının yaşam doyumu üzerinde yordayıcı bir etkisi olduğu söylenebilir (Çeçen, 2008). Yapılan birçok araştırma bulguları bu sonuçları desteklemekte; aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumunun istatistiksel puanları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu (Küçükşen ve ark., 2023), aile bütünlük duygusunun psikolojik sağlamlığı pozitif yönde yordadığı (Tastan ve

Rayana, 2024; Ngai ve Ngu, 2013) görülmektedir. Bu bağlamda aile bütünlük duygusu, bireyin ailesiyle kurduğu ilişkilerde güven, bağlılık, karşılıklı destek ve anlayış hissetmesiyle ortaya çıkan bir yapıdır. Bu duygu, bireyin psikolojik dayanıklılığı ve sosyal uyum düzeyiyle doğrudan bağlantılıdır. Öte yandan, yaşam doyumu bireyin yaşamından genel anlamda memnuniyet duyması olarak tanımlanır. Güçlü aile bağlarına sahip bireylerin yaşamdan daha fazla tatmin duyması, bu ilişkinin en temel göstergesidir. Dolayısıyla aileyle kurulan güven temelli ilişkiler, bireylerin değerli ve ait hissetmeleri (Aydın ve Özyürek, 2024), yetişkinlikte daha güçlü aile bağlarının oluşumu (Erdoğdu, 2008), benlik saygısı ve kimlik gelişimi (Aydıner, 2011; Kağıtçıbaşı, 2010) gibi birçok alanda pozitif yönde desteklediği takdirde, aile bütünlük duygusunun yaşam doyumuna anlamlı katkı sunacağı düşünülmektedir.

Araştırma bulgularına göre aile bütünlük duygusunun cinsiyete göre anlamlı değişiklik göstermediği fakat yaşam doyumu ile cinsiyet arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu gözlenmiş hatta kadınların yaşam doyumlarının erkeklere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan birçok araştırma bulgusu bu sonucu desteklemekte; aile bütünlük duygusunun cinsiyetten etkilenmediği, anlamlı farklılıklar göstermediği, cinsiyet değişkeninin anlaşılma, yönetme ve anlamlılık kavramları arasında istatistiksel bir fark olmadığı (Canlı, 2019; Due ve Holstein, 1998; Sezgin ve ark, 2021; Öztürk, 2020 Walhstöm ve ark, 2021) saptanmıştır. Ayrıca demografik değişkenlerle ilişkisi incelendiğinde; kadınların erkeklere göre daha fazla yaşam doyumu seviyesine sahip oldukları (Aydıner, 2011), kadınların ortalamasının erkeklere göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği (Mutlu ve Tasa, 2022) tespit edilmiştir. İş hayatı ve cinsiyet faktörü bağlamında yapılan bir araştırmada ise; kadın çalışanların yaşam doyumunun, erkek çalışanların yaşam doyumundan yüksek çıktığı görülmektedir (Keser, 2005). Bu sonuçlardan kadınların empati, sosyal ve bilişsel işlevlerde daha avantajlı olması (Christov Moore ve ark., 2014), daha fazla sözel ifade yeteneğine sahip (Hyde, 2005) dolayısıyla iletişim becerileri güçlü, annelik sürecinde yaşanan olumlu duygular ve ebeveynliğe dair tatmin (Nelson ve ark.,2013) gibi faktörlerin genel yaşam doyumunu pozitif yönde desteklediği söylenebilir. Bu bulgularını desteklemeyen çalışmalar da olup; aile bütünlük duygusunun cinsiyetle anlamlı bir ilişkisi olduğu, erkeklerin aile bütünlük duygusu puan ortalamasının kadınlardan daha yüksek olduğu (Küçükşen ve ark, 2023) belirlenmiş, ayrıca yaşam doyumunun cinsiyete göre anlamlı farklılıklar göstermediği (Kiye, 2023; Schnettler ve ark., 2020; Taş ve ark., 2022) gözlenmiştir. Aile yaşam doyumu düzeylerinin cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermemesinin nedeni, bireylerin algıladıkları aile içi duygusal atmosferin cinsiyet fark etmeksizin benzer şekilde değerlendirilmesinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Bu bağlamda, huzursuz ve gergin bir aile ortamı, hem anne hem baba hem de çocuk açısından – cinsiyetten bağımsız olarak – olumsuz bir şekilde algılanmakta ve aile bütünlüğü ile yaşam doyumunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Araştırma bulgularından elde edilen bir diğer sonuç ise; psikolojik destek alma durumunu ile aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumu üzerinde farklılaşmaların olduğudur. Buna göre, psikolojik destek almayanların, psikolojik destek alanlara göre, aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumları daha yüksektir. Ngai ve Ngu, (2013) tarafından yapılan çalışmada; yüksek aile bütünlük duygusuna sahip bireylerin, stresli bir olayla karşılaştıklarında baş etme mekanizmaları daha güçlü, aile bağları kuvvetli ve ruhsal sağlamlıklarının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Psikolojik iyi oluşu, bireylerin mevcut yaşam koşullarını tüm yönleriyle kabul edip sevmesi (Sahranç, 2007) şeklinde tanımlarsak aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumu yüksek bireylerin psikolojik destek alanlara göre daha fazla mutlu olacakları öngörülebilir. Wickens ve Greef (2005) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, aile bütünlük duygusunun kişilerin stres yönetimleri üzerinde önemli bir etken olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda sağlıklı ve işlevsel aile ilişkilerine sahip bireylerin, öz yeterliliğinin ve baş etme mekanizmalarının güçlü olmasından kaynaklı yaşadıkları olayları algılama ve yönetmede daha başarılı olacakları

düşünülebilir. Bu da psikolojik sağlamlıklarını olumlu etkiler ve içsel kaynaklarını (ümit, inanç, anlam bulma gibi) kullanarak yaşadıkları sorunlarla kolayca baş etmelerini kolaylaştırabilir.

Araştırma bulgularından elde edilen sonuçlardan biri de; aileden destek alma durumunun aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumuyla anlamlı farklılıklar gösterdiğidir. Bu bağlamda aileden destek alan bireylerin, destek almayan bireylere göre aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumları daha yüksek olduğu görülmüştür. Sheeber, Hops ve Davis (2001) yaptıkları araştırmada, genç yetişkinlik döneminde bulunan bireylerin stresle daha etkili bir şekilde baş edebilmelerinde, aile içinde kurulan sağlıklı iletişimin önemli bir destek unsuru olduğunu belirtmektedirler. Aile ilişkilerinin güçlü olması, onay görme, beraberlik, doğru ve güvenli iletişim, birbirlerini destekleme gibi sağlıklı özelliklerin (Gladding, 2015) bireylerin aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumlarını pozitif yönde etkilediği görülmüştür. . Yapılan bir çalışmada, aile ve sosyal gücün varlığının, bütünlük duygusuyla pozitif yönde anlamlı bir ilişkisi olduğu görülmüştür (Kase ve ark., 2016). Bir diğer araştırma ise, genç yetişkinlik döneminde bulunan bireylerin stresle daha etkili bir şekilde baş edebilmelerinde, aile içinde kurulan sağlıklı iletişimin önemli bir destek unsuru olduğunu belirtilmektedir (Sheeber ve ark., 2001). Ayrıca sosyal destek ve doyumun kadınlarda erkeklere göre bütünlük duygusuyla daha fazla pozitif yönde farklılıklar gösterdiği (Volanen ve ark., 2004; Elovainio ve Kivimäki, 2000; Wiesmann ve Hannich, 2013) araştırma bulgularıyla desteklenmektedir. Yapılan çalışmalar aile ve çevre desteği almanın bütünlük duygusunu olumlu ve anlamlı bir şekilde etkilediğini göstermektedir (Kase ve ark., 2016). Aksine, fertlerin ailelerini iletişimsiz ve kötümser olarak değerlendirmesi, duygularını kontrolde güçlüğe ve yaşam doyumunda azalmaya sebep olmaktadır (Szczesniak ve Tulecka, 2020). Bir diğer araştırma şizofreni tanısı konulan bireyler üzerinde gerçekleştirilmiş, aile bütünlük duygusunun bireylerin yaşam kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiş, aile içi bağlılık ve bütünlük hissinin, bireylerin yaşam kalitesini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Ngai ve Ngu, 2014; Hsiao ve ark., 2018). Çünkü insan sosyal bir varlıktır ve özellikle ailesinin desteği bireyler için çok önemli bir itici güçtür. Bu bağlamda aile desteği alanların bütünlük duygusu da güçlüdür denilebilir. Aile desteği genellikle açık iletişim, empati ve karşılıklı anlayışla birlikte gelişir. Bu tür ailelerde bireyler duygularını rahatlıkla paylaşabilir, anlaşılma hissi yaşar. Özellikle kriz anında alınan duygusal ve sosyal destek, bireyin ruhsal dayanıklılığını artırır. Bu da yaşamdan duyulan memnuniyeti ve aileye bağlılık hissini güçlendirir. Dolayısıyla aileden düzenli ve yapıcı destek gören bireylerin hem aile bağlarını daha güçlü hem de yaşamdan genel anlamda daha tatminkar olduğu söylenebilir.

Araştırma bulgularına göre; bireylerin aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumları mutlu çocukluk geçirmelerine göre anlamlı farklılıklar göstermektedir. Erdoğdu, (2008) tarafından yapılan araştırma bulgularına göre; çocuklarına karşı demokratik tutum sergileyen anne ve babaların çocuklarının duygusal zeka düzeylerinin, baskıcı ya da ilgisiz ebeveyn tutumu sergileyenlere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Düşüncelerini özgür ve rahat ifade eden çocukların duygularını anlama, ifade etme ve yönetme becerilerinin daha güçlü olduğu anlaşılmaktadır. Mutluluk üzerinde en etkili unsurlardan olan benlik saygısının güçlü bir biçimde yaşam doyumunu yordadığı, mevcut araştırma bulgularında yer almaktadır (Çivitci, 2007; Diener ve Diener, 1995; Leung ve Leung, 1992; Lucas ve ark.,1996). Yapılan bir diğer araştırmada ise, bireysel bütünlük ile aile içinde hissedilen beraberlik duygusu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bağ bulunduğu ifade edilmektedir (Greef ve Wickens, 2005). Dolayısıyla aile içinde kurulan iletişimin, çocukların ve ergenlik dönemindeki bireylerin hem kişisel hem de sosyal yönden gelişimlerinde önemli bir etken olduğunu söylenebilir (Şahin ve Aral, 2012). Sağlıklı ve güven ilişkisine dayalı, anlayış ve sevgi merkezli büyüyen çocuklar, özgüvenli ve yeterlilik duygusuna sahip yetişkinler olacaktır. Yapılan karşılaştırmada mutlu insanların, mutsuz bireylere göre arkadaşlık ilişkileri ve aile destekleri açısından daha iyi

olduğu görülmüştür (Biswas- 84 Diener ve ark.,2004; Cole ve ark., 2000). Özellikle anne ve baba ile kurulan güven temelli, sıcak ilişkiler sayesinde çocuk, hem kendi duygularını nasıl değerlendirmesi gerektiğini öğrenir hem de başkalarının duygularına karşı nasıl bir tutum sergilemesi gerektiğini kavrar. Çocuğun kendilik algısının gelişimi ve duygusal zekâsının şekillenmesinde, ebeveynlerin bu etkileşim sürecinde benimsedikleri tutum ve yaklaşımlar önemli bir rol oynar (Erdoğdu, 2008). Bu bağlamda psikolojik ihtiyaçlardaki doyumun, en çok özerklikle bağlantılı olması, bireylerin özgürce tercihler yapması ve bu tercihlerinin sorumluluğunu alabilmeleri anlamında etkili görülmüştür (Andersen, 2000; Reis ve ark., 2000). Mutlu çocukluk geçiren bireylerin aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumlarının yüksek olması, erken yaşlarda kazanılan güven, sevgi ve değer görme gibi temel ihtiyaçların karşılanmasıyla yakından ilişkilidir. Ailede güçlü ve güven merkezli bağların kurulması, sağlıklı ilişki modellerinin öğrenilmesi, yüksek benlik saygısı, olumlu yaşam algısı ve baş etme mekanizmasının gelişmesi gibi birçok etken bireylerin yaşam doyumlarını artırdığı söylenebilir.

Araştırma bulgularından elde edilen bir diğer sonuç ise; geleceğe dair ümitli olma ile aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumu arasında pozitif yönde anlamlı farklılıklar gösterdiğidir. Geleceğe dair ümit duygusu, bireyin yaşamı boyunca karşılaşabileceği zorluklara karşı psikolojik dayanıklılığını artıran önemli bir içsel kaynaktır. Ümit düzeyi yüksek bireyler, hedeflerine ulaşmak için daha fazla çaba harcar ve karşılaştıkları engeller karşısında alternatif yollar geliştirebilirler (Snyder ve ark, 1991). Bu bağlamda ümitli olmak, yalnızca bireysel iyi oluşla değil, aynı zamanda aile içi ilişkiler ve genel yaşam doyumu ile de yakından ilişkilidir. McCoy (2004), yaptığı araştırmada; kalp rahatsızlığı olan bireyler arasında aile bütünlük duygusu yüksek olanların, cerrahi müdahale sonrasında diğer hastalara kıyasla daha kolay bir uyum süreci geçirdiklerini belirtmektedir. Bu doğrultuda, aile bütünlük duygusunun ümit düzeyi, kaygı ve depresyon gibi faktörlerle anlamlı bir ilişkisi olduğu söylenebilir. Güçlü aile bütünlük duygusu, hem kanser hastalarının hem de aile üyelerinde daha yüksek düzeyde ümit, daha düşük düzeyde kaygı ve depresyon belirtileriyle ilişkilendirilmiştir (Möllerberg ve ark.,2019). Bu bağlamda, aile içinde güçlü bir bağlılık duygusunun, ailenin dayanıklılığını artırdığı ve stresli durumlarla başa çıkmayı da daha mümkün hale getirdiği söylenebilir. Özellikle sıcak, destekleyici ve güven temelli aile ilişkileri, bireyde güven duygusunun gelişmesine katkı sağlamakta ve bu da ümit düzeyini artırmaktadır (Demirbaş-Çelik ve Gençtanırım, 2017). Yapılan çalışmalar, ümit düzeyi yüksek bireylerin yaşamdan daha fazla tatmin olduklarını göstermektedir (Çivitci, 2007). Geleceğe dair ümitli bireyler, yaşamın olumsuz yönlerine karşı daha dirençli davranmakta ve olumlu yönlerine odaklanarak psikolojik iyi oluşlarını sürdürebilmektedirler. Dolayısıyla bütünlük duygusu yüksek olan bireylerde yaşam doyumu düzeyinin arttığı görülmekte; bu durum, aile desteğinin bireyin stresle başa çıkma becerilerini güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca aile bütünlük duygusu sadece çocukluk döneminde değil; bireyin ilerleyen yaşamında ümit düzeyi ve yaşam memnuniyetini artıran temel unsurlardan biri olmaktadır. (Erdoğdu, 2008). Olumlu gelecek beklentisi, psikolojik iyi oluşu artırdığı gibi zorluklarla baş etme gücünü de destekler. Bu bağlamda bütünlük duygusunun, bireylerin aidiyet hislerini güçlendirerek, hayata ve geleceğe dair daha olumlu bir perspektif geliştirmelerine yardımcı olduğu, yaşam doyumunun da geleceğe dair ümit duygusu ile güçlü biçimde ilişkili olduğu söylenebilir.

Ailecek birlikte aldıklarım kararları uygulayan bireylerin, kısmen veya hiçbir zaman birlikte aldıkları kararları uygulamayan bireylere göre; aile bütünlük duygusu ve yaşam doyumunun anlamlı şekilde yüksek olduğu bu çalışmada elde edilen bulgulardan biridir. Yapılan deneysel bir çalışmada, deney grubunda yer alan ailelerde iletişim düzeyinin artmasıyla birlikte, çocukların sosyal-duygusal uyumlarında olumlu bir gelişme olduğunu göstermiştir (Atan, 2016). Bu bakımdan sağlıklı iletişim ve alınan kararlarda birliktelik olması; aile üyeleri arasında

bağlılığı artıran ve bireyin psikolojik açıdan gelişimine katkı sunan önemli bir etkendir. Özellikle çocuk ve ergenlerin bu sürece dahil edilmesi, bireyin kendini değerli hissetmesini, ailesi tarafından kabul gördüğünü fark etmesini ve sorumluluk duygusu geliştirmesini sağlar. Bu durum, bireyin ailesine duyduğu aidiyet hissini artırarak, aile bütünlüğünün daha da sağlamlaşmasına katkı sunar (Erdoğdu, 2008). Bazı araştırmalar, aile içinde bireylerin görüşlerinin dikkate alınmasının, onların sosyal becerilerini, empati düzeylerini ve problem çözme kapasitelerini geliştirdiğini göstermektedir. Bu psikososyal kazanımlar, bireyin yaşam doyumuna dolaylı fakat güçlü katkılar sunmaktadır (Lucas ve ark.,1996; Leung ve Leung, 1992). Araştırma bulguları, aile üyelerinin özellikle çocuk ve ergenlerin bu sürece dahil edilmesinin, aidiyet hissini, öz saygıyı ve duygusal güvenliği artırdığını göstermektedir (Erdoğdu, 2008). Bu bağlamda ailece alınan kararların uygulanmasında bireylerin katılımı, hem aile içi uyumu hem de bireyin duygusal gelişimini önemli ölçüde etkilediği söylenebilir. Aile içinde her bireyin düşüncesine saygı gösterilerek karar alınması, demokratik bir aile atmosferi yaratır. Bu ortam, bireylerin özgüvenini destekler, açık ve şeffaf ilişkiler kurulmasını sağlar. Böyle bir ortamda yetişen bireylerin hem aile ilişkilerinin güçlendiği hem de yaşam doyumlarının arttığı söylenebilir.

Aile bütünlük duygusu, bireyin ailesiyle kurduğu güvene dayalı, saygılı ve destekleyici ilişkileri ifade eder. Bu duygu, bireyin hem psikolojik sağlığı üzerinde doğrudan etkili olmakta hem de yaşam doyumunu önemli ölçüde belirlemektedir. Aile içinde kabul görmek, değerli hissetmek ve aidiyet duygusu yaşamak, bireyin genel yaşam memnuniyetini artıran temel unsurlar arasında yer alır. Bu nedenle, bireyin çocukluk dönemindeki aile deneyimleri, sonraki yaşamı için kritik bir belirleyici niteliğindedir. Sevgi dolu ve dengeli bir aile ortamında yetişen bireylerin, ileriki yaşamlarında daha yüksek düzeyde yaşam doyumuna sahip oldukları gözlenmektedir. Aile içinde kurulan olumlu iletişim, bireyin hem kendine olan güvenini hem de hayatın diğer alanlarındaki tatmin duygusunu önemli ölçüde desteklemektedir. Bu durum, yaşam doyumunun korunması ve sürdürülmesi açısından avantaj sağladığı gibi, bireyin geleceğe ümitle bakabilmesini de kolaylaştırır. Dolayısıyla, aile bütünlük duygusunun hem aile içindeki güven ortamı hem de genel yaşam doyumuyla doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, ailelerinden destek gören bireylerin geleceğe yönelik daha olumlu beklentiler geliştirdikleri, psikolojik sağlamlıklarının ve öz şefkatlerinin yüksek olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu duygu, bireyin güçlü sosyal ilişkiler kurmasına, olumlu benlik algısı geliştirmesine ve yaşamdan tatmin duymasına da katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla destekleyici bir aile yapısı, bireyin hem duygusal hem de sosyal yönden daha sağlıklı bir yaşam sürmesini mümkün kılabilir.

Sonuç olarak, mutlu bir çocukluk dönemi geçiren bireyler, aile bağlarını daha güçlü hisseder ve bu bağlamda yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde daha yüksek düzeyde yaşam doyumuna ulaşma eğilimindedir. Ailede sevgi, anlayış ve güven içinde büyümek, bireyin yaşamda karşılaştığı zorluklarla başa çıkmasını kolaylaştırır. Bu olumlu aile deneyimleri, bireyin sadece psikolojik sağlığını değil, aynı zamanda sosyal ilişkilerini, mesleki doyumunu ve genel yaşam perspektifini de olumlu yönde etkiler. Dolayısıyla, bireyin yaşam doyumunun sürdürülebilirliği açısından, aile bütünlük duygusunun güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Tüm bu değerlendirmeler ve bulgular ışığında, aile üyelerinin duygularını rahatça ifade edebilmeleri, empatik ve aktif dinleme yoluyla desteklenmeleri, değerli ve anlaşılmış hissetmeleri toplumsal iyi oluş için çok kıymetlidir. Dolayısıyla aile içinde sevgi ve hoşgörüye dayalı bir ortamın sağlanabilmesi için gerekli destek ve eğitimlerin verilmesi, bireylerin yaşam doyumlarının artmasına ciddi katkılar sağlayacaktır. Bu bağlamda bireysel ve grup psikolojik danışma yöntemleriyle, evli ya da evlilik aşamasında olan çiftlere iletişim becerileri kazandırılabilir; var olan sorunların olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla çeşitli seminer ve eğitim programları sunulabilir. Aynı şekilde, okullarda çocukların duygusal ve psikolojik

dayanıklılıklarını artırmak için destekleyici eğitimlerin uygulanmasının da etkili olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu araştırmanın verileri sınırlı sayıda bireylerden elde edilmiştir. Bu vesileyle araştırma sonuçlarından yorumlamada dikkat edilmesi, benzer araştırmaların farklı örneklem gruplarında yapılması bu araştırma konusunun geçerlilik ve güvenilirliği için tavsiye edilmektedir.

KAYNAKÇA

Akın, A. (2019). *Aile eğitimi ve iletişim*. Nobel Yayınları.

Aktaş, Y. (2018). *Aile yapısının birey üzerindeki etkisi*. Beta Basım.

Andersen, S. M. (2000). Social motivation: The role of personal relationships in psychological functioning. *Journal of Personality, 68*(6), 1157–1186. https://doi.org/10.1111/1467-6494.00129

Aydın, A., & Özyürek, A. (2024). Yetişkinlerin çocuklukta ebeveynleştirilme düzeyleri ile aile bütünlük duyguları arasındaki ilişki ve etkileyen faktörler. *Fırat University Journal of Social Sciences, 34*(1), 351–367. https://doi.org/10.18069/firatsbed.1318229

Aydıner, B. B. (2011). *Üniversite öğrencilerinin yaşam amaçlarının alt boyutlarının genel öz yeterlik yaşam doyumu ve çeşitli değişkenlere göre incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi].

Aysan, F., & Bozkurt, N. (2004). Üniversite öğrencilerinde yaşam doyumu. *Eğitim ve Bilim, 29*(131), 36–43.

Balat, G. U., & Akman, B. (2006). Okul öncesi dönem çocuklarında yaşam doyumu. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 39*(2), 113–127.

Baltaş, A. (2016). *Stres ve başa çıkma yolları*. Remzi Kitabevi.

Bingöl, D. (2009). *Aile ve sosyal yapı*. Der Yayınları.

Biswas-Diener, R., Diener, E., & Tamir, M. (2004). What the Greeks and self-help boks haven't told you about happiness. *Daedalus, 133*(2), 18–25.

Bowen, M. (1978). *Family therapy in clinical practice*. Jason Aronson.

Bögels, S. M., & van Melick, M. (2016). The influence of parenting on children's mental health. *Clinical Child Psychology and Psychiatry, 21*(4), 594–608.

Bronfenbrenner, U. (2010). *The ecology of human development*. Harvard University Press.

Canlı, Ö. (2019). *Öğrenilmiş güçlülük, aile bütünlük duygusu ve aile içi iletişim arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. ProQuest Dissertations Publishing.

Cole, S., Scott, & Robinson, M. S. (2000). The effect of challenging behaviour and staff support on the psychological well-being of staff working with older adults. *Aging and Mental Health, 4*(4), 359–367.

Cüceloğlu, D. (2018). *İnsanı anlamak*. Remzi Kitabevi.

Çeçen, A. R. (2007). *Aile bütünlüğü duygusu ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması* [The Sense of Family Coherence Scale: A study of validity and reliability]. Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi, 3(27), 101–113.

Demirbaş-Çelik, N., & Gençtanırım, D. (2017). Umut, psikolojik dayanıklılık ve öznel iyi oluş arasındaki ilişkiler. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 25*(3), 1131–1146.

Diener, E., & Diener, M. (1995). Cross-cultural correlates of life satisfaction and self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology, 68*(4), 653–663.

Diener, E., Oishi, S., & Lucas, R. E. (2003). Personality, culture, and subjective well-being: Emotional and cognitive evaluations of life. *Annual Review of Psychology, 54*(1), 403–425.

Diener, E., Suh, E. M., Lucas, R. E., & Smith, H. L. (1985). Subjective well-being. *Psychological Bulletin, 95*(3), 542–575.

Erdoğdu, M. Y. (2008). Aile ortamının çocuk gelişimindeki rolü. *Eğitim ve Toplum Dergisi, 6*(24), 45–54.

Erdoğdu, M. Y. (2008). Duygusal zekânın bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 7*(23), 62–76.

Gençer, H. (2019). Aile bağları ve stresle başa çıkma. *Aile ve Toplum Dergisi, 20*(3), 45–60.

Giddens, A. (2000). *Sosyoloji* (H. Özel & C. Güzel, Çev.). Ayraç Yayınevi.

Gladding, S. T. (2015). *Aile terapisi: Tarih, kuram ve uygulamaları* (5. baskı). PDR Yayınları.

Golombok, S. (2015). *Modern families*. Cambridge University Press.

Greeff, A. P., & Malherbe, H. L. (2001). Resilience in families. *The American Journal of Family Therapy, 29*(2), 117–124.

Grotevant, H. D., & Cooper, C. R. (1986). Individuation in family relationships. *Journal of Adolescent Research, 1*(1), 43–67.

Hsiao, Y. C., & Tsai, Y. F. (2014). Factors related to depression in caregivers. *Journal of Clinical Nursing, 23*(11–12), 1546–1554.

Hsiao, Y. C., Lu, H. L., & Tsai, Y. F. (2017). The role of family functioning. *Journal of Advanced Nursing, 73*(2), 432–442.

Kağıtçıbaşı, Ç. (2010). *Benlik, aile ve insan gelişimi: Kültürel psikolojiye giriş*. Koç Üniversitesi Yayınları.

Kahneman, D., & Deaton, A. (2010). High income improves evaluation of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 107*(38), 16489–16493.

Kase, T., Endo, S., & Oishi, K. (2016). Process linking social support to mental health through a sense of coherence in Japanese university students. *Mental Health & Prevention, 4*(3–4), 124–129.

Kaya, Y. (2015). Aile bağlarının psikolojik etkileri. *Psikoloji Yazıları, 18*(1), 55–68.

Küçükşen, K., Toptaş Böcü, T., & Çetin, S. (2023). Yetişkin bireylerde aile bütünlük duygusunun yaşam doyumu üzerindeki etkisi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13*(1), 119–130. https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1123493

Köker, S. (1991). Normal ve sorunlu ergenlerin yaşam doyumu düzeylerinin karşılaştırılması [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Leung, K., & Leung, B. W. (1992). Life satisfaction: The Chinese cultural context. *Journal of Psychology in Chinese Societies, 1*(1), 1–12.

Lucas, R. E., & Diener, E. (2008). Subjective well-being. In M. Eid & R. J. Larsen (Eds.), *The science of subjective well-being* (pp. 471–484). Guilford Press.

Lucas, R. E., Diener, E., & Suh, E. M. (1996). Discriminant validity of well-being measures. *Journal of Personality and Social Psychology, 71*(3), 616–628.

Lyubomirsky, S., King, L., & Diener, E. (2005). The benefits of frequent positive affect. *Psychological Bulletin, 131*(6), 803–855.

McCoy, M. A. (2004). *Family sense of coherence and perceptions of social support as mediators of adaptation to coronary artery bypass surgery* [Doctoral dissertation, Michigan State University].

Moos, R. H., & Moos, B. S. (1981). *Family Environment Scale manual*. Consulting Psychologists Press.

Möllerberg, M. L., Arestedt, K., Swahnberg, K., Benzein, E., & Sandgren, A. (2019). Family sense of coherence and its associations with hope, anxiety and symptoms of depression in persons with cancer in palliative phase and their family members: A cross-sectional study. *Palliative Medicine, 33*(10), 1310–1318. https://doi.org/10.1177/0269216319866653

Ngai, F. W., & Ngu, S. F. (2013). Family sense of coherence and family adaptation among childbearing couples. *Journal of Nursing Scholarship, 46*(2), 82–90. https://doi.org/10.1111/jnu.12045

OECD. (2013). *OECD guidelines on measuring subjective well-being*. OECD Publishing.

Oishi, S., Diener, E., Lucas, R. E., & Suh, E. (2011). Cross-national variation. *Journal of Personality and Social Psychology, 90*(4), 613–624.

Olson, D. H. (2000). Circumplex model of marital and family systems. *Journal of Family Therapy, 22*(2), 144–167.

Olson, D. H., & Gorall, D. M. (2003). Circumplex model. In F. Walsh (Ed.), *Normal family processes* (pp. 514–547). Guilford Press.

Pavot, W., & Diener, E. (1993). Review of the Satisfaction With Life Scale. *Psychological Assessment, 5*(2), 164–172.

Regnerus, M. (2012). How different are the adult children of parents who have same-sex relationships? *Social Science Research, 41*(4), 752–770.

Reis, H. T., Sheldon, K. M., Gable, S. L., Roscoe, J., & Ryan, R. M. (2000). Daily well-being: The role of autonomy, competence, and relatedness. *Personality and Social Psychology Bulletin, 26*(4), 419–435.

Ryff, C. D. (2014). Psychological well-being revisited. *Journal of Health and Social Behavior, 35*(3), 365–394.

Sahranç, Ü. (2007). *Stres kontrolü, genel öz-yeterlik, durumluk kaygı ve yaşam doyumuyla ilişkili bir akış modeli* [Yayımlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi].

Sapolsky, R. M. (2017). *Behave: The biology of humans at our best and worst*. Penguin.

Schnettler, B., Miranda-Zapata, E., Lobos, G., Saracostti, M., Denegri, M., Lapo, M., & Hueche, C. (2018). The mediating role of family and food-related life satisfaction in the

relationships between family support, parent work-life balance and adolescent life satisfaction in dual-earner families. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 15*(11), 2549. https://doi.org/10.3390/ijerph15112549

Schoppe-Sullivan, S. J., & Mangelsdorf, S. C. (2004). Parent characteristics and family functioning. *Journal of Family Psychology, 18*(1), 96–106.

Selçuk, Z. (2021). *Okulda başarı ve aile*. MEB Yayınları.

Seligman, M. E. P. (2011). *Flourish*. Free Press.

Sezgin, E., Yağcı, F., & Arıcı-Doğan, D. (2021). Üniversite öğrencilerinin empati becerileri, affetme eğilimleri ve aile bütünlük duygusu arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Toplum ve Sosyal Hizmet, 32*(4), 1305–1324. https://doi.org/10.33417/tsh.936771

Sheeber, L., Hops, H., & Davis, B. (2001). Family processes in adolescent depression. *Clinical Child and Family Psychology Review, 4*(1), 19–35.

Snyder, C. R., Irving, L. M., & Anderson, J. R. (1991). Hope and health: Measuring the will and the ways. In C. R. Snyder & D. R. Forsyth (Eds.), *Handbook of social and clinical psychology* (pp. 285–305). Pergamon Press.

Szczesniak, M., & Tulecka, M. (2020). Family functioning and life satisfaction: The mediatory role of emotional intelligence. *Psychology Research and Behavior Management, 13*, 223–232. https://doi.org/10.2147/PRBM.S240898

Şahin, H. (2019). Ailede sistem yaklaşımı. *Aile ve Toplum, 20*(2), 75–89.

Şalcıoğlu, E. (2019). *Travma sonrası stres bozukluğu ve aile*. Nobel Yayınları.

Tarhan, N. (2020). *Ailede mutluluk*. Timaş Yayınları.

Tasa, H., & Mutlu, S. (2022). Psikolojik esneklik, kişilerarası reddedilme duyarlılığı ve yaşam doyumu arasındaki ilişki. *Aydın İnsan ve Toplum Dergisi, 8*(1), 41–68.

Tastan, N., & Rayana, S. (2024). Kök aileye ilişkin aile bütünlük duygusunun romantik ilişkilerde öz yeterliği yordamında psikolojik sağlamlığın aracı rolü. *Fırat University Journal of Social Sciences, 34*(1), 369–381. https://doi.org/10.18069/firatsbed.1329656

Taş, İ., Karacaoğlu, D., Akpınar, İ., & Taş, Y. (2022). Ergenlerde aile yaşam doyumu ile dijital oyun bağımlılığı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Online Journal of Technology Addiction and Cyberbullying, 9*(1), 28–42. https://dergipark.org.tr/en/pub/ojtac/issue/71122/1081361

Türk Dil Kurumu (TDK). (2023). Aile tanımı. https://sozluk.gov.tr

Veenhoven, R. (2008). Sociological theories of subjective well-being. In M. Eid & R. J. Larsen (Eds.), *The science of subjective well-being* (pp. 44–61). Guilford Press.

Volanen, S. M., Lahelma, E., Silventoinen, K., & Suominen, S. (2004). Factors contributing to sense of coherence among men and women. *The European Journal of PublicHealth, 14*(3), 322–330.

Wahlström, J., Modin, B., Svensson, J., Löfstedt, P., & Brolin Laftman, S. (2021). Sense of unity and self-reported health among 15-year-olds: Findings from the Swedish 2017/18 Health Behavior in School-Aged Children study. *International Journal ofPublic Health, 66*, Article 36.

Wickens, L., & Greeff, A. P. (2005). Sense of family coherence and the utilization of resources by first-year students. *The American Journal of Family Therapy, 33*(5), 427 441.

Wiesmann, U., & Hannich, H. J. (2013). The contribution of resistance resources and sense of coherence to life satisfaction in older age. *Journal of Happiness Studies, 14*(2), 373 388. https://doi.org/10.1007/s10902-012-9332-2

Yavuzer, H. (2013). *Aile ve çocuk eğitimi*. Remzi Kitabevi.

Yetim, Ü. (2001). Life satisfaction. *Social Indicators Research, 60*(1), 5–33.

THE PERFORMANCE ANALYSIS OF KNN AND XGBOOST MODELS IN WIND ENERGY FORECASTING: A BAYESIAN OPTIMIZATION BASED APPROACH

RÜZGÂR ENERJİSİ TAHMİNİNDE KNN VE XGBOOST MODELLERİNİN PERFORMANS ANALİZİ: BAYESÇİ OPTİMİZASYON TABANLI BİR YAKLAŞIM

Hatice ŞİMŞEK

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-8590-441X

Doç. Dr. Zeynep HASIRCI TUĞCU

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3950-4156

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Wind energy is gaining increasing importance worldwide as a renewable and sustainable energy source. However, the inherent variability of wind speed leads to uncertainties in wind power generation, which poses significant challenges for grid integration and energy planning. This situation necessitates the development of modeling approaches that provide high accuracy and reliability in wind energy forecasting. This study aims to comparatively analyze the performance of **K-Nearest Neighbors (KNN)** and **Gradient Boosting (XGBoost)** models in forecasting wind energy using meteorological data.

Materials and Methods: Historical wind speed and energy production data from a wind power plant were utilized in this study. The models used input variables like wind speed, blade angle, temperature, rotor speed, and nacelle orientation to predict wind energy production. Prediction algorithms were chosen for this study, with K-Nearest Neighbour (KNN) and Gradient Boosting (XGBoost) being the preferred ones. Both classification and regression problems are widely used with KNN, a simple but effective machine learning algorithm. The high prediction accuracy of XGBoost, a gradient-boosting tree-based ensemble learning method, is well-known. To improve the prediction performance of both models, hyperparameter optimization was performed using the Optuna library, which uses a Bayesian optimisation approach, and the 5-Fold Cross Validation method was applied in this process. Statistical metrics such as Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) and Coefficient of Determination (R2) were used for measuring the predictability of the models.

Results: The results show that both KNN and XGBoost models give successful results in wind energy forecasting, but the ensemble-based model XGBoost shows high performance with low RMSE and MAE values and high R^2 score of 0.9981, demonstrating its success in energy production forecasting and shows that it predicts with error distribution and high precision. Conversely, the KNN model displayed a lower performance with an R^2 score of 0.9764, which indicates that it is not suitable for large data sets. The results show that meteorological variables have decisive effects on energy production. Particularly, the XGBoost algorithm provides superior performance in such regression problems, and Bayesian optimization is an effective tool to maximize model performance.

Keywords: Wind energy, XGBoost, KNN, Bayesian optimization, energy forecasting.

Giriş ve Özet: Rüzgar enerjisi, yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak dünya genelinde giderek artan bir öneme sahiptir. Ancak rüzgâr hızının değişken olması, rüzgâr enerjisi üretiminde belirsizliğe yol açmakta ve bu durum şebeke entegrasyonu ve enerji planlaması açısından önemli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu durum, rüzgâr enerjisi tahmininde yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağlayan modelleme yaklaşımlarının geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, meteorolojik veriler kullanılarak rüzgâr enerjisi tahmininde K-En Yakın Komşu (KNN) ve Gradient Boosting (XGBoost) modellerinin performansını karşılaştırmalı olarak analiz etmektir.

Materyal ve Metodlar: Çalışmada bir rüzgar santralinden alınan geçmiş rüzgar hızı ve enerji üretim verileri kullanılmıştır. Tahmin modellerinde, giriş değişkenleri olarak rüzgâr hızı, kanat açısı, sıcaklık, rotor hızı ve nacelle yönü kullanılmış; çıkış değişkeni olarak ise rüzgar enerjisi üretimi ele alınmıştır. Bu çalışmada tahmin algoritması olarak K-En Yakın Komşu (KNN) ve Gradient Boosting (XGBoost) yöntemleri tercih edilmiştir. KNN, hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerinde yaygın olarak kullanılan basit fakat etkili bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. XGBoost**, yüksek tahmin doğruluğu** ile bilinen, **güçlendirilmiş (gradient boosting)** bir **ağaç tabanlı topluluk (ensemble) öğrenme** yöntemidir. Her iki modelin tahmin başarımını artırmak amacıyla, hiperparametre optimizasyonu Bayesçi optimizasyon yaklaşımıyla çalışan Optuna kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve bu süreçte 5 katlı çapraz doğrulama (5-Fold Cross Validation) yöntemi uygulanmıştır. Modellerin tahmin doğruluğu, Kök ortalama Kare Hata (RMSE), Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve Belirleme Katsayısı (R^2) gibi istatistiksel metrikler kullanılarak ölçülmüştür.

Sonuçlar: Bulgular, hem KNN hem de XGBoost modellerinin rüzgar enerjisi tahmininde başarılı sonuçlar verdiği ancak, ensemble tabanlı model XGBoost'un düşük RMSE ve MAE değerleri ve 0,9981'lik yüksek R^2 skoru ile yüksek performans göstererek enerji üretim tahmininde başarısını ortaya koymuş ve hata dağılımı ve yüksek hassasiyetli tahmin yaptığını göstermiştir. Öte yandan, KNN modeli 0,9764'lük R^2 skoru ile daha düşük bir performansta büyük veri setleri için daha az uygun olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, meteorolojik değişkenlerin enerji üretimi üzerinde belirleyici etkileri olduğunu ve özellikle XGBoost algoritmasının bu tür regresyon problemlerinde üstün başarı sağladığını ve Bayesçi Optimizasyonun model performansını maksimize etmek için etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar enerjisi, XGBoost, KNN, Bayesçi optimizasyonu, enerji tahmini

ÖZET

Bu çalışmada, rüzgâr enerjisi üretiminin tahmin edilmesine yönelik iki farklı makine öğrenimi algoritması, K-En Yakın Komşu (KNN) ve XGBoost yöntemleri karşılaştırılmıştır. Her iki modelin hiperparametreleri, Bayesçi optimizasyon yöntemine dayanan Optuna kütüphanesi aracılığıyla iyileştirilmiştir [1]. Optuna, klasik metotlar olan rastgele arama ve ızgara arama ile karşılaştırıldığında, daha az zaman harcayarak daha etkili parametre kombinasyonları sunarak işlem verimliliğini yükseltmekte ve modelin doğruluğunu artırmaktadır. Modelleme sürecinde, giriş değişkeni olarak *rüzgâr hızı, rotor hızı, kanat açısı, sıcaklık ve nacelle yönü* seçilmiş, çıkış değişkeni olarak ise *enerji üretimi* değerlendirilmiştir. Ayrıca modelin performansı, 5 (beş) katlı çapraz doğrulama (K-Fold Cross Validation) ile test edilmiştir.

Çalışmanın amacı, KNN ve XGBoost algoritmalarının rüzgâr enerjisi tahminindeki performanslarını karşılaştırmak ve enerji üretim tahmininde daha başarılı sonuç veren modeli belirlemek ve Optuna aracılığıyla hiperparametre optimizasyonunun modelin performansına olan etkisini göstermektir. Böylece rüzgâr enerjisi santrallerinde üretim planlamalarının daha

verimli bir şekilde yapılmasına katkı sağlanması ve uygulanabilir bilgiler sunması hedeflenmiştir.

GİRİŞ

Ekonomik kalkınma, sanayileşme, nüfus artışı, teknolojik yenilikler gibi çeşitli etkenler sebebiyle dünyanın enerji talebi gün geçtikçe artmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının ülkelerdeki farklı dağılımları, rezervlerin sınırlı olması ve çevreye verdiği zararlar sebebiyle insanlık, bazı tehditlerle karşı karşıya kalmaktadır. Küresel iklim değişikliği, fosil yakıtlarındaki sınırlılık ve enerji ihtiyacının artması, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi gün geçtikçe artırmaktadır. Böylece daha az çevresel etkileri olan, sürdürülebilir ve yerli kaynaklara dayalı enerji üretimi stratejileri ön plana çıkmaktadır. Rüzgâr enerjisi, bu yenilenebilir enerji türleri içerisinde; teknolojik gelişmeler, yatırım teşvikleri ve kurulum kolaylıkları nedeniyle önemli bir pay edinmiştir [2].

Yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir bir enerji deposu olmakla birlikte karbondioksit emisyonlarını (CO2E) sınırlayarak küresel ısınmanın çevresel etkisini azaltmaya da destek olmaktadır. Ayrıca rüzgâr, güneş, jeotermal ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynakları, hem yerel hem de küresel enerji talebi için tükenmez bir kaynak olması sebebiyle büyük avantajlar sağlamaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynakları içinde rüzgâr enerjisi, temiz ve tükenmez bir enerji kaynağı olması sebebiyle daha fazla tercih edilmektedir. Ayrıca, rüzgâr enerjisi çevresel etkilerinin daha az olması ve teknolojik gelişmeleri sayesinde artan verimliliği ile de öne çıkmaktadır. Ancak rüzgâr enerjisinden elde edilen üretimin değişken olması, enerji arz-talep dengesini etkileyen kritik bir unsurdur. Bu nedenle, rüzgâr enerjisi üretiminin doğru tahmin edilmesi, hem enerji şebekesinin kararlılığı hem de ekonomik planlamalar açısından önemlidir [3].

Son yıllarda, rüzgâr enerjisi üretimini tahmin etmek için yaygın olarak makine öğrenmesi ve istatistiksel modelleme teknikleri kullanılmaktadır. Kullanılan tekniklerde, giriş değişkenleri olarak rüzgâr hızı, rotor hızı, sıcaklık, kanat açısı gibi türbin performansını doğrudan etkileyen faktörlerden faydalanılmaktadır [4]. Makine öğrenmesi algoritmaları, özellikle karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri modelleme yetenekleri sayesinde geleneksel yöntemlerden daha başarılı tahminler sunmaktadır.

LİTERATÜR ÖZETİ

Rüzgâr enerjisi üretiminin tahmin edilmesine yönelik araştırmalar, özellikle son yıllarda yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemlerindeki ilerlemelerle birlikte önemli bir artış göstermiştir. Rüzgâr hızı, sıcaklık, rotor hızı gibi çevresel ve yapısal verilerin yardımıyla enerji üretimini tahmin eden modeller, karar destek sistemlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Yapay sinir ağları (YSA), Destek Vektör Regresyonu (SVR), Rastgele Orman (RF), K-En Yakın Komşu (KNN) ve Gradyan Artırmalı Karar Ağaçları (XGBoost, LightGBM gibi) bu alanda sıkça tercih edilen yöntemler arasındadır [5][6].

KNN algoritması, örüntü tanıma ve regresyon problemlerinde sade yapısı nedeniyle yaygın olarak tercih edilen bir algoritmadır. Ancak hiperparametre seçiminin dikkatli bir şekilde seçilmesi model başarımını doğrudan etkilemektedir [7]. Diğer yandan, XGBoost'un eksik verilerle başa çıkabilme, hızlı ve yüksek tahmin doğruluğu gibi avantajları, rüzgâr tahmini alanında kullanımını giderek artırmaktadır [8].

Literatürde yapılan araştırmalar, hiperparametre optimizasyonunun modelin doğruluğunda önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, geleneksel yöntemlere göre daha az iterasyonla daha etkili sonuçlar sağlayabilen Bayesçi optimizasyon tabanlı Optuna gibi algoritmalar ön plana çıkmaktadır [9].

VERİ SETİ VE ÖZELLİKLERİ

Çalışmada kullanılan veri seti, Ege bölgesinde bulunan bir rüzgâr enerji santralinden alınan 10 dakikalık zaman aralıklarıyla kaydedilen 18 aylık ölçümleri içermektedir. Veri setinde, enerji üretimini etkileyebilecek çeşitli çevresel ve mekanik faktörler yer almaktadır.

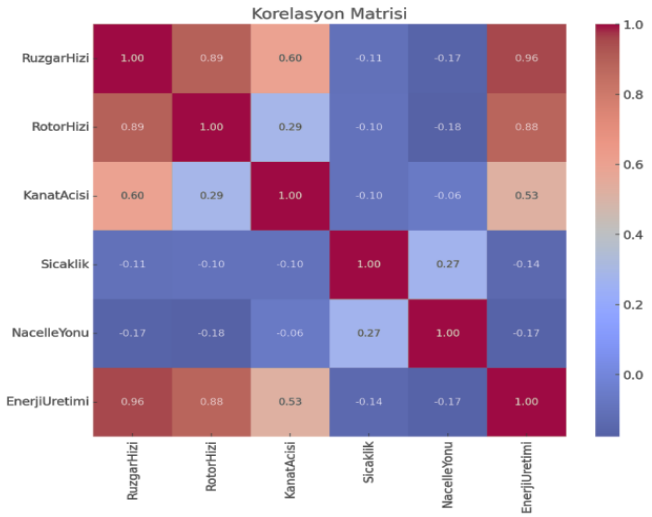
Çalışmada kullanılan, giriş (bağımsız) değişkenleri:

- **Rüzgâr Hızı (m/s):** Türbinin çalışmasını doğrudan etkileyen en önemli meteorolojik değişkendir.
- **Rotor Hızı (rpm):** Türbinin dönme hızı olup enerji üretimi ile doğrudan ilişkilidir.
- **Kanat Açısı (derece):** Rüzgârın yön ve hızına göre türbinin adaptasyonunu belirleyen parametredir.
- **Sıcaklık (°C):** Türbin performansını dolaylı olarak etkileyebilen çevresel faktördür.
- **Nacelle Yönü (derece):** Türbinin rüzgâr yönüne göre pozisyonunu gösteren değişkendir.

Çıkış (bağımlı) değişkeni ise:

- **Enerji Üretimi (kW):** Türbinin belirli zaman aralığında ürettiği elektrik miktarıdır.

Veri seti, modelleme aşamasında eğitim ve test olmak üzere iki kategoriye ayrılmış ve tüm modellerin eğitimi, K-Fold Cross Validation yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi görmek için Şekil 1'de oluşturulan **korelasyon matrisi,** özellikle rüzgâr hızı, rotor hızı ve kanat açısının enerji üretimi ile güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu durum, modele etki eden değişkenlerin önemini belirlemek açısından önemli bir bulgudur.



Şekil 1 Korelasyon Matrisi

Korelasyon matrisi, bir veri seti içindeki farklı değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve gücü hakkında bilgi veren bir tablodur. Hücrelerde bulunan değer, iki değişken arasındaki korelasyon katsayısını temsil eder. Korelasyon katsayıları -1 ile +1 arasında değişiklik göstermektedir.

+1'e yakın değerler (kırmızı tonları), değişkenler arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğu anlamına gelmektedir. Bu, bir değişken artarken diğerinin de artma eğiliminde olduğu anlamında gelmektedir. Örneğin, Rüzgâr hızındaki artış, enerji üretimini önemli ölçüde etkili olmaktadır.

-1'e yakın değerler (mavi tonları), değişkenler arasında güçlü bir negatif korelasyon olduğu anlamına gelir. Yani, bir değişken artarken diğeri azalma eğilimindedir. "Rüzgâr Hızı" ile "Sıcaklık" arasındaki -0.11 değeri buna örnek olarak verilebilir.

0'a yakın değerler (beyaz/açık tonlar), değişkenler arasında çok zayıf ya da hiç ilişki olmadığı anlamına gelmektedir. Örneğin, "Kanat Açısı" ile "Nacelle Yönü" arasındaki -0.06 değeri, aralarında neredeyse hiç doğrusal bir ilişki bulunmadığını göstermektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, rüzgâr enerjisi üretiminin tahmini için iki farklı makine öğrenmesi algoritması olan **K-En Yakın Komşu (KNN)** ve **Extreme Gradient Boosting (XGBoost)** kullanılarak her iki modelin performansını artırmak için hiperparametre optimizasyonu **Optuna** kütüphanesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, her bir yöntemin temel çalışma mantığı ve uygulama ayrıntıları paylaşılmıştır.

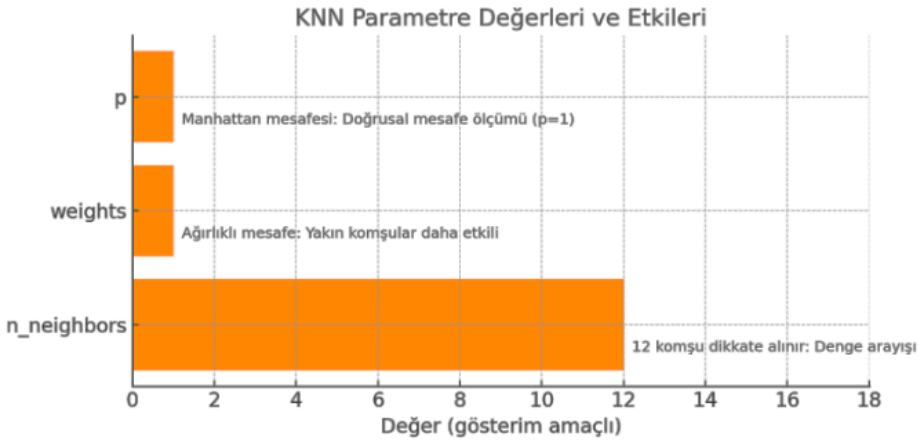
Hiperparametre Optimizasyonu

Makine öğrenimi modellerinin performansını artırmak için, modelin öğrenim aşamasını doğrudan kontrol eden ayar değerlerine hiperparametre denir. Doğru parametrelerin belirlenmesi, modelin başarı oranını ve genelleme yeteneğini doğrudan etkilemektedir. Çalışmada, parametrelerin optimizasyonu için geleneksel ızgara tarama (GridSearch) yöntemleri yerine, Bayesçi optimizasyon esasına dayalı **Optuna** kütüphanesi kullanılmıştır. Optuna, Tree-structured Parzen Estimator (TPE) algoritması aracılığıyla parametre arama alanlarını verimli şekilde incelemektedir. Optimizasyon sırasında Bayesçi Optimizasyon yöntemini kullanır ve önceki denemelerden edindiği bilgilerle hiperparametre alanında etkili bir şekilde hareket eder. Hiperparametre optimizasyonu yapılırken modellerin genelleme performansını daha sağlıklı bir şekilde değerlendirmek için K-Katlı Çapraz Doğrulama (K-Fold Cross Validation) yöntemi kullanılmıştır. K-fold Cross Validation sürecinde K=5 değeriyle çapraz doğrulama yapılmış ve en düşük RMSE değerine sahip parametre seti seçilmiştir. Bu metod, işlem süresini kısaltırken daha isabetli parametre kombinasyonları elde etmeyi mümkün kılmıştır.

K-En Yakın Komşu (KNN) Algoritması

KNN algoritması, basit ve yorumlanabilir yapısıyla regresyon ve sınıflandırma problemlerinde sıkça tercih edilen bir algoritmadır. Bu çalışmada regresyon için kullanılan KNN modeli, test verisinde en yakın **k** adet eğitim verisini belirleyerek bu komşuların değerlerinin ağırlıklı ortalaması ile tahmin yapmaktadır. Modelin performansı, seçilen komşu sayısı (n_neighbors), ağırlıklandırma yöntemi (weights) ve mesafe metriği (p) gibi hiperparametrelere oldukça hassastır. Bu nedenle, doğru parametre kombinasyonunun belirlenmesi, tahmin doğruluğu

açısından bir öneme sahiptir. Bu çalışmada en iyi sonuç veren parametreler Şekil 2'de verilmektedir.

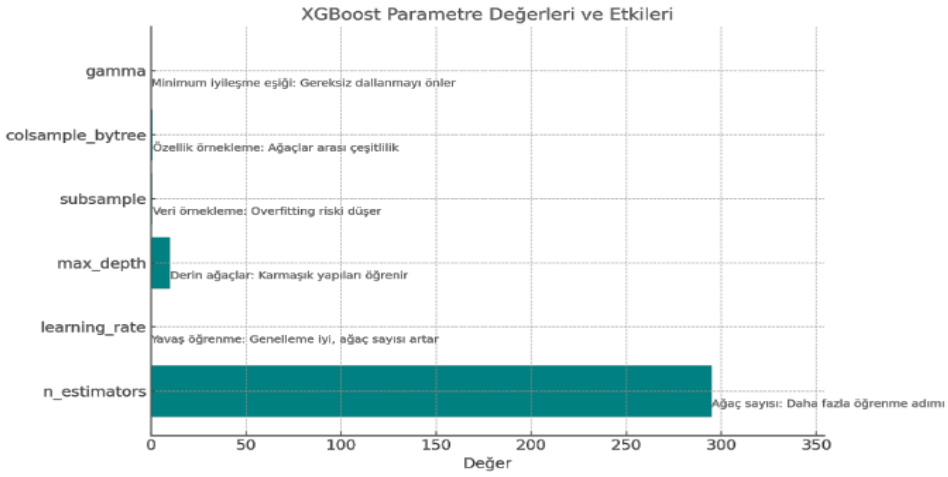


Şekil 2 KNN Optimizasyon Parametreleri

(n_neighbors=12, weights=distance, p=1 (Manhattan mesafesi))

Extreme Gradient Boosting (XGBoost) Algoritması

XGBoost, ağaç tabanlı ve yükseltilmiş (boosted) bir topluluk öğrenme yöntemidir. Özellikle büyük veri setlerinde yüksek doğruluk oranı ile öne çıkmaktadır. Model, zayıf öğrenenler olarak ardışık karar ağaçlarını kullanır ve her döngüde önceki hataları azaltmaya çalışarak öğrenmeyi güçlendirir. XGBoost'un, eksik verilerle etkili bir şekilde başa çıkabilme yeteneği, aşırı öğrenmeye karşı dayanıklılık ve paralel hesaplama gibi avantajları ile enerji tahmini gibi karmaşık problemlerde başarılı sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada en iyi sonuç veren parametreler Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3 XGBoost Optimizasyon Parametreleri

(n_estimators=295, learning_rate=0.0224, max_depth=10, subsample=0.851, colsample_bytree=0.918, gamma=0.200)

Performans Kriterleri

Çalışmada kullanılan algoritmaların tahmin performansları aşağıdaki metriklerle değerlendirilmiştir:

- RMSE (Kök Ortalama Kare Hata): Tahminlerdeki hataların karelerinin ortalamasının karekökü alınarak bulunur. RMSE değerinin düşük olması, yapılan tahminlerin gerçek değerlere yakın olduğunu ifade etmektedir.

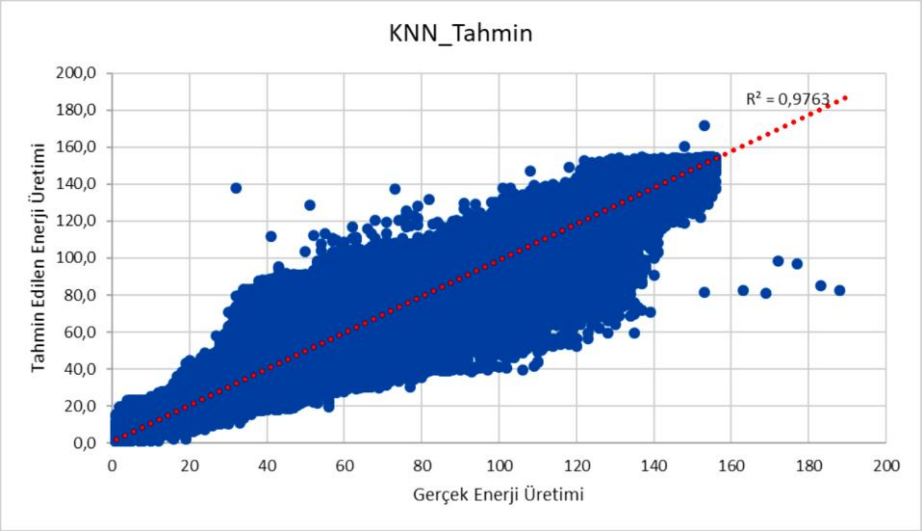
- MAE (Ortalama Mutlak Hata): Tahmin hatalarının mutlak değerleri toplanır ve ortalaması alınır. MAE değerinin düşük olması, modelin daha başarılı tahminler yaptığını göstermektedir.

- R^2 (Belirleme Katsayısı): Modelin, verideki değişkenliği ne ölçüde açıkladığını belirtir. 1'e yaklaştıkça modelin performansı artmaktadır.

$R^2 = 1 \rightarrow$ Kusursuz model
$R^2 = 0 \rightarrow$ Model hiçbir açıklama yapmıyor
$R^2 < 0 \rightarrow$ Model, rastgele tahminden dahi başarısız

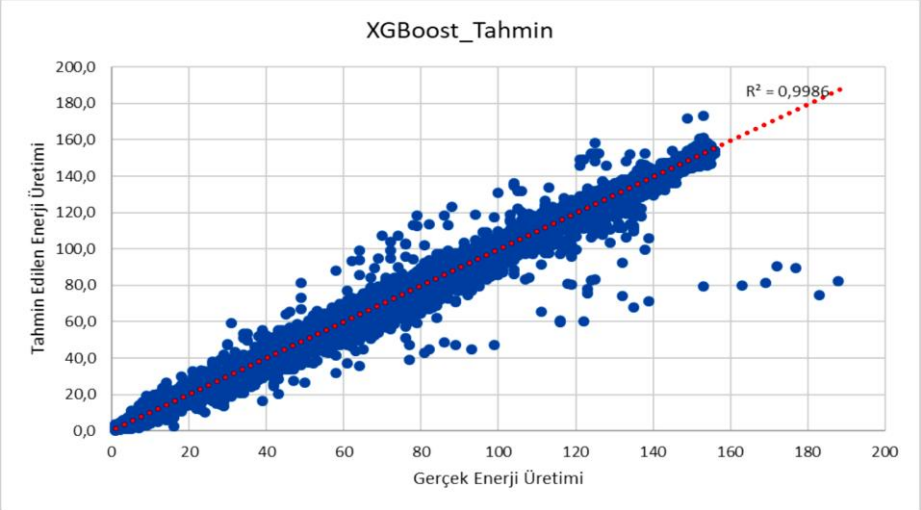
BULGULAR VE SONUÇLAR

Bu bölümde, rüzgâr enerji üretiminin makine öğrenmesi yöntemleriyle tahmin edilmesine yönelik gerçekleştirilen çalışma sonuçları paylaşılmıştır. Çalışmada, giriş değişkenleri rüzgâr hızı, rotor hızı, kanat açısı, sıcaklık ve nacelle yönü; çıkış değişkeni ise enerji üretimi kullanılmıştır. K-En Yakın Komşu (KNN) ve XGBoost algoritmaları tahmin modelleri, hiperparametre optimizasyonu ise Bayesçi optimizasyon yöntemi temelinde Optuna kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Model başarımları 5 (beş) katlı çapraz doğrulama (K-Fold = 5) yöntemi ile değerlendirilmiş ve her modelin performansı ortalama RMSE, MAE ve R^2 metrikleriyle ölçülmüştür. Bu doğrultuda, her iki modelin de tahmin gücü detaylı bir şekilde incelenmiş ve karşılaştırmalı analizler yapılmıştır.



Şekil 4 KNN Modeli Tahmin Grafiği

Şekil-4'te yer alan KNN modeline ait grafik incelendiğinde, tahmin edilen enerji üretimi değerlerinin referans çizgisi (gerçek = tahmin doğrusu) etrafında belirgin bir dağınıklık sergilediği, modelin bazı üretim aralıklarında gerçek enerji üretimi değerlerine yakın tahminler yaptığı ancak genel olarak tahmin performansında belirgin sapmaların bulunduğu ve veri noktalarının referans çizgisinden uzaklaşması, modelin tahmin hatalarının yüksek olduğunu ve tutarlı sonuçlar üretemediğini göstermektedir. Özellikle yüksek üretim seviyelerinde, tahminlerin gerçek değerlerden sistematik şekilde saptığı ve yayılımın arttığı dikkat çekmektedir. Bu durum, KNN algoritmasının karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri yeterince iyi modelleyememesinden kaynaklanmaktadır. Komşuluk temelli çalışan bu algoritma, sadece yakın veri noktalarına dayalı tahminlerde bulunduğu için, veri setinin dağılımına ve yoğunluğuna karşı oldukça hassastır. Her ne kadar R^2 değeri modelin genel açıklayıcılığının kabul edilebilir düzeyde olduğunu gösterse de, tahmin doğruluğunun düşük olması uygulama açısından önemli bir dezavantajdır. Bu bağlamda grafik, KNN algoritmasının enerji üretimi tahmininde daha sınırlı ve değişken bir performans sergilediğini açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 5 XGBoost Modeli Tahmin Grafiği

XGBoost algoritması, sahip olduğu güçlü genelleme kabiliyeti ve yüksek doğruluk seviyesi sayesinde enerji üretimi tahmini konusunda en başarılı sonuçları vermiştir. Şekil-5'te verilen XGBoost modeline ait gerçek ve tahmin edilen enerji üretimi değerlerinin karşılaştırıldığı grafik incelendiğinde, veri noktalarının büyük çoğunluğunun referans çizgisine oldukça yakın bir şekilde konumlandığı gözlemlenmektedir. Tahmin edilen değerler, özellikle orta ve yüksek üretim seviyelerinde gerçek değerlerle büyük ölçüde örtüşmekte; bu durum modelin hem doğruluk hem de kararlılık açısından güçlü bir performans sergilediğini göstermektedir. Modelin tahmin eğrisi ile gerçek değer eğrisi arasında görülen yüksek paralellik, XGBoost'un öğrenme sürecinde veri setindeki örüntüleri başarıyla yakaladığını ortaya koymaktadır. XGBoost'un yüksek performansı, algoritmanın ağaç tabanlı yapısı sayesinde doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilme yeteneğinden ve hiperparametre optimizasyonu sonucunda elde edilen ideal parametre ayarlarından kaynaklanmaktadır. Grafik üzerinde yalnızca birkaç noktada küçük sapmalar gözlemlenmiş olup, bu sapmalar sistematik olmayıp istisnai düzeyde kalmaktadır. Bu da modelin overfittinge düşmeden dengeli bir öğrenme gerçekleştirdiğini göstermektedir. XGBoost modeli, gerek hata değerleri gerekse yüksek R^2 skoru ile rüzgâr enerjisi tahmininde üstün performans sergilemiştir. KNN modeli ise düşük boyutlu veri setlerinde kabul edilebilir sonuçlar verirken, daha büyük veri hacimlerinde performans kaybı yaşamaktadır. Bu sonuç, XGBoost'un topluluk öğrenme ve ağırlıklandırma mekanizmalarının etkili bir şekilde çalıştığını göstermektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, rüzgâr enerji santrallerinde enerji üretiminin makine öğrenme algoritmalarıyla tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Giriş değişkenleri olarak **rüzgar hızı, rotor hızı, kanat açısı, sıcaklık** ve **nacelle yönü** kullanılmış; çıkış değişkeni olarak ise **enerji üretimi** ele alınmıştır. Tahmin modelleri olarak **K-En Yakın Komşu (KNN)** ve **XGBoost** algoritmaları tercih edilmiştir. Her iki modelin hiperparametreleri, **Bayesçi optimizasyon temelli Optuna kütüphanesi** ile optimize edilmiştir. Doğrulama sürecinde **5 katlı çapraz doğrulama (K-Fold=5)** yöntemi kullanılarak model genellemesi sağlanmıştır.

Model performansları karşılaştırıldığında, **XGBoost** modelinin **RMSE = 1,854 kW, MAE = 0,965 kW** ve **R^2 = 0,998** değerleri ile en yüksek doğrulukta tahmin gerçekleştirdiği görülmüştür. XGBoost modeli, üretim seviyesinin düşük olduğu zaman dilimlerinde dahi tahmin performansını koruyabilmiş, yüksek üretim dönemlerinde ise oldukça kararlı sonuçlar vermiştir. Bu başarının temel nedeni, XGBoost algoritmasının hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkileri güçlü biçimde modelleyebilmesi, değişkenler arasındaki etkileşimleri yakalayabilmesidir. Ayrıca Bayesçi optimizasyon süreciyle elde edilen optimum hiperparametre ayarları modelin performansını önemli ölçüde artırmıştır. Öte yandan **KNN modeli RMSE = 6,917 kW, MAE = 3,866 kW, R^2 = 0,976** değerleri ile özellikle yüksek üretim aralıklarında hatalı tahminler yapmış ve genel olarak daha yüksek hata değerleriyle sonuçlanmıştır. KNN, veriye dayalı ve örnek tabanlı bir algoritma olduğundan, özellikle karmaşık ve yoğunluk bakımından dengesiz veri yapılarında yetersiz kalmaktadır. Hiperparametre optimizasyonu sonucunda en iyi sonuç değerleriyle elde edilmiş olsa da, bu ayarlar bile genel performans düşüklüğünü engelleyememiştir.

Ayrıca, hiperparametre optimizasyonu sürecinde kullanılan Bayesçi optimizasyon yaklaşımı, model başarımını artırmada etkili olmuş, tahmin doğruluğunu gözle görülür şekilde yükselmiştir. Bu bağlamda, enerji tahmin sistemlerinde otomatik optimizasyon tekniklerinin entegrasyonu önemli bir katkı sağlamaktadır.

Gelecek çalışmalarda, aşağıdaki yönelimler değerlendirilebilir:

- Daha uzun zaman periyotlarına ve farklı türbin modellerine ait veriler kullanılarak modellerin genelleme gücü test edilebilir.
- Rüzgâr yönü, nem, basınç gibi ek meteorolojik değişkenler dahil edilerek model zenginleştirilebilir.
- Derin öğrenme temelli LSTM, GRU gibi zaman serisi modelleri ile karşılaştırmalı analizler yapılabilir.
- Model sonuçları, enerji şebekesi yönetimi ile entegre edilerek karar destek sistemleri geliştirilebilir.

Sonuç olarak bu çalışma, rüzgâr enerjisi üretiminin doğru ve güvenilir bir şekilde tahmin edilmesinde XGBoost algoritmasının etkili bir yöntem olduğunu göstermekte ve hiperparametre optimizasyonunun model başarımına olan etkisini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1. Akiba, T., Sano, S., Yanase, T., Ohta, T., & Koyama, M. (2019). **Optuna: A next-generation hyperparameter optimization framework.** *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD*, 2623–2631.

2. Foley, A. M., Leahy, P. G., Marvuglia, A., & McKeogh, E. J. (2012). **Current methods and advances in forecasting of wind power generation.** *Renewable Energy*, 37(1),

3. Bilgili, M., Yasar, A., & Simsek, E. (2011). **Wind energy potential in Eastern Mediterranean Region of Turkey.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2), 1190-1199.

4. Güçlü, M. T., & Altın, N. (2021). **Makine öğrenmesi ile rüzgâr enerjisi tahmini.** *Enerji Teknolojileri Dergisi*, 5(2), 63-70.

5. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). **XGBoost: A scalable tree boosting system.** *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD*, 785–794.

6. Hong, Y. Y., & Wan, C. J. (2014). Short-term wind power forecasting using a grey-box model based on differential evolution. *IEEE Transactions on Power Systems*, 29(2), 336-344.

7. Salcedo-Sanz, S., et al. (2011). Short-term wind speed prediction based on evolutionary support vector regression algorithms. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 4052-4057.

8. Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. *Journal of Machine Learning Research*, 13(Feb), 281-305.

9. Ak, R., et al. (2015). A comparative study of machine learning models for hourly wind speed forecasting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 905-915.

DOĞUM SONU DÖNEMDE ALGILANAN GÜVENLİK HİSSİNİN KADINLARIN DOĞUM SONU KONFORUNA ETKİSİ

THE EFFECT OF THE PERCEIVED FEELING OF SECURITY DURING THE POSTPARTUM PERIOD ON WOMEN'S POSTPARTUM COMFORT

Dilek BİNGÖL

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Hemşirelik Fakültesi

Doç. Dr. Melike DİŞSİZ

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Hemşirelik Fakültesi

ÖZET

Amaç: Bu araştırmanın amacı, kadınların doğum sonu dönemde algıladıkları güvenlik hissinin konfor düzeylerine etkisini belirlemektir.

Yöntem: Tanımlayıcı, kesitsel tipte olan araştırma, Mart 2023–Kasım 2023 tarihlerinde, dahil edilme kriterlerini karşılayan, 147 doğum yapmış (1-7 gün arası) kadından oluşan örneklemde yapılmıştır. Verilerin toplanabilmesi için gerekli izinler alınmış olup, "Tanıtıcı Bilgi Formu", "Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hisleri Ölçeği" (ADSGHÖ), "Doğum Sonu Konfor Ölçeği" (DSKÖ) kullanılmıştır. Verilerin analizinde istatistiki anlamlılık değeri $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya katılan kadınların yaş ortalaması 28,01±4,58 (min=19- max=41)'dir. Çalışmada kadınların %57,1'inin sekiz yıl ve altında eğitim düzeyine ve %72,8'inin çekirdek aileye sahip olduğu, %85'inin çalışmadığı, %66,7'sinin gelirinin giderine denk/fazla olduğu belirlendi. Kadınların %54,4'ünün beş yıl üzerinde evli olduğu, yarıdan fazlasının ikiden az gebelik (%60,5) ve doğum (%66) deneyimlediği belirlendi. Katılımcıların çoğunluğunun vajinal yolla doğum yaptığı (%76,9) ve şimdiki gebeliklerinin ise planlı olduğu (%68,7), çok azının gebe okuluna katıldığı (%12,9) saptandı. Çalışmada postpartum dönemde Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hissi Ölçeği (ADSGHÖ) puan ortalaması 61,48±6,90 (min=31,00-max=72,00) olarak bulunmuş olup şimdiki gebeliğin planlı olması dışında özellikler açısından fark saptanmadı ($p>0,05$). Doğum Sonu Konfor Ölçeği puan ortalamasının 111,97±14,93 (min=52,00- max=155,00) olduğu, konfor düzeyinin orta düzeyde olduğu belirlendi.

Sonuç: Çalışmada annelerin doğum sonu konfor ve güvenlik hissinin orta düzeyde olduğu, ayrıca şimdiki gebeliğin planlı olmasının doğum sonu güvenlik hissini artırdığı belirlenmiştir. Doğum sonrası konfor ve güvenlik hissinin iyileştirilmesi amacıyla, ebe ve hemşirelerin annelerin bireysel ihtiyaç ve beklentilerini belirleyerek, nitelikli bakım sunmaları önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Doğum, güvenlik hissi, konfor, hemşire.

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to determine the effect of the sense of security perceived by women during the postpartum period on their comfort levels.

Method: The descriptive, cross-sectional study was conducted between March 2023 and November 2023 on a sample of 147 women who had given birth (between 1-7 days) and met the inclusion criteria. Necessary permissions were obtained for the collection of data, and the "Introductory Information Form", "Mothers' Feelings of Security Scale" (MFSS), and "Postpartum Comfort Scale" (PCS) were used. In the analysis of the data, the statistical significance value was accepted as $p<0.05$.

Findings: The mean age of the women participating in the study was 28.01±4.58 (min=19-max=41). In the study, it was determined that 57.1% of the women had eight years or less of education, 72.8% had a nuclear family, 85% were unemployed, and 66.7% had income equal to/more than their expenses. It was determined that 54.4% of the women had been married for more than five years, and more than half had experienced less than two pregnancies (60.5%) and births (66%). It was determined that the majority of the participants had given birth vaginally (76.9%) and that their current pregnancies were planned (68.7%), and very few had attended pregnancy schools (12.9%). In the study, the mean score of the Mothers' Postpartum Sense of Security Scale (PCS) was found to be 61.48±6.90 (min=31.00-max=72.00) in the postpartum period, and no difference was found in terms of characteristics except for the current pregnancy being planned ($p>0.05$). The mean score of the Postpartum Comfort Scale was determined to be 111.97±14.93 (min=52.00-max=155.00), and the comfort level was determined to be at a moderate level.

Conclusion: In the study, it was determined that the mothers' postpartum comfort and security feelings were at a moderate level, and that the current pregnancy being planned increased the postpartum security feeling. In order to improve the sense of comfort and security after birth, it is recommended that midwives and nurses provide qualified care by determining the individual needs and expectations of the mothers.

Key words: Birth, sense of security, comfort, nurse.

GİRİŞ

Doğum sonu dönem fetüs ve plasentanın doğumuyla başlayan, annenin fiziksel, ruhsal durumunda birçok değişikliklerin yaşandığı yaklaşık altı haftalık bir süreçtir (Birgili, 2020). Gebelik ve doğum sürecindeki bu değişimler, daha önce gebelik ve doğum deneyimi olsa bile pek çok kadında kaygıya neden olmaktadır. Bundan dolayı doğum sonrası dönemde kadının stresi, anksiyete düzeyleri ve artan yükü dikkate alınarak desteklenmesi son derece önemlidir (Kvist ve Persson, 2009; Persson ve ark., 2011; Güleşen ve Yıldız, 2013).

Ebeveynliğe geçiş aşamasında anne-baba adayları, çift ilişkisi, bebek-ebeveyn ilişkisi gibi farklı alanlarda, daha önce hiç deneyimlemedikleri farklı durumlarla karşılaşmaktadır. Yeni düzenin oluşması sırasında, yeni yaşam koşulları ile sosyal rollerdeki belirsizlikler birçok anne adayında, güvensizlik ve kaygılara neden olabilmektedir (Werner-Bierwisch ve ark., 2018). Literatüre bakıldığında annelik deneyimi için, doğumdan sonraki ilk bir haftalık süreçte güvenlik duygusunun büyük önem taşımaktadır. Ayrıca güvenlik duygusunun doğum anındaki olumlu fiziksel, sosyal ve duygusal deneyimlerden etkilenebileceği bildirilmektedir (Persson ve Dykes, 2007; Kvist ve Persson, 2009; Werner-Bierwisch ve ark., 2018). Erken postpartum dönemde annelerin güvenlik duygusunun; maternal bakım, kontrol hissi, sosyal destek, eş desteği, genel iyilik hali, annelerin kendi davranış ve tutumları ile ilişkili olduğu

düşünülmektedir (Persson ve Dykes, 2007; Persson ve Dykes, 2009). Annelerin doğum sonrası döneme uyumunu sağlamada, yeterli konfor düzeyinin oluşturulması oldukça önemlidir. Bu konforun oluşturulması için hemşirelik bakımında Kolcaba'nın konfor kuramı rehber olarak uygulanmaktadır. Yapılan pilot bir çalışmada; doğumu takiben ilk saatlerde annenin ağrısının azaltılması, kanamanın izlenmesi, hijyenik ihtiyaçların karşılanması, mobilizasyonun sağlanması, bebeğin bakımı konusunda annenin desteklenmesi ve bebeğin yanı sıra annenin gereksinimlerinin karşılanması doğum sonu konfor düzeyini arttırdığı belirtilmektedir (Sezen ve Ünsalver, 2018).

Doğum sonu dönemde kadınların algıladıkları güvenlik hissi bu döneme uyum sağlamalarında ve bebekleri ile olan iletişimlerinde önemlidir. Bu nedenle hemşireler, doğum sonu dönemde annenin yaşadığı sorunların belirlenip giderilmesinde ve gerekli güvenlik hissinin sağlanması ile konfor düzeyinin geliştirilmesinde önemli bir konumdadır. Bu çalışmada, kadınların doğum sonu dönemde algıladıkları güvenlik hissinin konfor düzeylerine etkisini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirildi.

YÖNTEM

Araştırmanın tipi, yeri ve zamanı

Araştırma, tanımlayıcı tipte planlandı ve uygulandı. Çalışma, Mart 2023–Kasım 2023 tarihleri arasında, İstanbul il sınırlarında yer alan Sağlık Bakanlığı'na bağlı bir Devlet Hastanesi'nin Doğum ve Kadın Hastalıkları Servisi ve Kadın Doğum Polikliniği'nde gerçekleştirildi.

Araştırmanın evreni ve örneklemi

Araştırmanın evrenini, 01.01.2022-30.12.2022 tarihleri arasında Sağlık Bakanlığı'na bağlı bir Devlet Hastanesi'nin Doğum ve Kadın Hastalıkları Servisi ve Kadın Doğum Polikliniği'ne başvuran doğum yapmış (1-7 gün arası) kadınlar oluşturdu. Araştırmanın örnekleminin hesaplanmasında güç analizi kullanıldı. Buna göre; %95 güven aralığında ve %5 örnekleme hatası ile evreni (n=1200) bilinen örnekleme hesabı ile çalışmaya 18-45 yaş aralığında, doğum yapmış (1-7 gün arası), Türkçe konuşup anlayabilen, iletişim kurma açısından engelli olmayan, çalışmaya katılmaya gönüllü 147 kadın dahil edildi.

Verilerin toplanması ve veri toplama araçları

Veriler, gerekli kurum izinleri ve etik kurul izinleri alındıktan sonra Mart 2023–Kasım 2023 tarihleri arasında çalışmanın yapıldığı hastanenin doğum ve kadın hastalıkları servisi ve kadın doğum polikliniğine başvuran kadınlar ve onların yakınları ile katılımcıların mahremiyetine saygı gösterilerek yüz yüze görüşme yöntemiyle elde edildi. Araştırmada veriler, katılımcılara çalışma ile ilgili bilgi verildikten sonra "Tanıtıcı Bilgi Formu", "Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hisleri Ölçeği", "Doğum Sonu Konfor Ölçeği" kullanılarak toplandı.

Tanıtıcı Bilgi Formu: Literatür doğrultusunda araştırmacılar tarafından oluşturulan kişisel tanıtım formunda, katılımcıların sosyodemografik özelliklerini belirten kısa ve anlaşılır 15 soru yer almaktadır.

Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hisleri Ölçeği: Persson ve ark. (2007) tarafından annelerin doğum sonrası ilk bir haftadaki güvenlik hislerini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Ülkemizde Geçkil ve ark. (2016) tarafından Türkçe geçerlilik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır. Ölçek toplamda 18 maddeden oluşmakta olup ayrıca 4 alt boyutu (güçlendirici davranış, genel iyilik, aileye bağlılık, emzirme) bulunan bir ölçektir. Ölçeğin toplam puanları 18-72 arasında değişmekte olup alınan toplam puanın yüksek olması annenlerin güvenlik hislerinin iyi olduğu anlamına gelir. Geçkil ve ark. (2016)'nın çalışmasında ölçeğin toplam Cronbach alfa katsayısı

0.844, alt boyutların Cronbach alfa katsayıları güçlendirici davranış için 0.883; genel iyilik için 0.468; aileye bağlılık için 0.72 ve emzirme için 0.72 bulunmuştur.

Doğum Sonu Konfor Ölçeği: Karakaplan ve Yıldız (2010) tarafından doğum sonu dönemde annelerin konforunun değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş ve geçerlilik güvenilirliği yapılmıştır. Ölçek toplamda 34 maddeden oluşmaktadır. Ölçek üç faktör altında toplandığından dolayı doğum sonu konforu fiziksel, psikospritüel ve sosyokültürel olarak üç boyutta değerlendirilmektedir. Ölçeğin toplam puanları 34-170 arasında değişmekte olup ölçekten elde edilen toplam puan madde sayısına bölünerek ortalama değer saptanır. Sonuçlar 1-5 dağılımında gösterilirken, Temelde 1=düşük konfor, 5=yüksek konfor olarak ifade edilir. Karakaplan ve Yıldız (2010)'ın çalışmasında ölçeğin toplam Cronbach Alpha değeri 0.78 olarak bulunmuştur.

Araştırmanın etik yönü

Araştırma için, Sağlık Bilimleri Üniversitesi'nin etik kurulundan etik kurulundan onay (10.02.2023-23/69) ve Sağlık Bakanlığı'na bağlı bir Devlet Hastanesi'nin kurum çalışma izni (E-15916306-604.01.01-212346574) alınmıştır. Katılımcılardan ise Helsinki Deklarasyonuna dayalı hazırlanmış "Aydınlatılmış Onam" formu ile hem yazılı hem de sözlü olarak çalışmaya katılım onamları alınmıştır.

Verilerin analizi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 22.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm analizlerde istatistiksel olarak $p<0,05$ anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların Bireysel Özellikleri (n=147)

Yaş	**Sayı (n)**	**Yüzde (%)**
28 yaş ve altı	89	60,5
28 yaş üstü	58	39,5
Eğitim düzeyi		
8 yıl ve altı	84	57,1
8 yıl üzeri	63	42,9
Çalışma durumu		
Çalışıyor	22	15,0
Çalışmıyor	125	85,0
Ekonomik durum		
Gelir-giderden az	49	33,3
Gelir-gidere denk/fazla	98	66,7
Aile tipi		
Çekirdek aile	107	72,8
Geniş aile	40	27,2
Sosyal güvence		
Var	101	68,7
Yok	46	31,3
Evlilik süresi		
1-5 yıl arası	67	45,6
5 yıl üzeri	80	54,4

Çalışmaya katılan kadınların yaş ortalaması 28,01±4,58 (min=19-max=41)'dir. Çalışmada kadınların %57,1'inin sekiz yıl ve altında eğitim düzeyine ve %72,8'inin çekirdek aileye sahip olduğu, %85'inin herhangi bir işte çalışmadığı, %66,7'sinin gelirinin giderine denk/fazla olduğu belirlendi. Kadınların %54,4'ünün beş yıl üzerinde evli olduğu saptanmıştır (Tablo 1).

Tablo 2. Katılımcıların Obstetrik Özellikleri (n=147)

Özellikler	**Ort±SS (Min.-Maks.)**	
Gebelik sayısı	2,22±0,71 (1-3)	
Doğum sayısı	2,17±0,69 (1-3)	
Yaşayan çocuk sayısı	2,17±0,68 (1-3)	
Gebelik sayısı	**n**	**%**
2 ve altı gebelik	89	60,5
2 üzeri gebelik	58	39,5
Doğum sayısı		
2 ve altı doğum	97	66,0
2 üzeri doğum	50	34,0
Yaşayan çocuk sayısı		
2 ve altı	98	66,7
2 üzeri	49	33,3
Son doğum şekli		
Vajinal doğum	113	76,9
Sezaryen doğum	34	23,1
Son gebeliğin planlı olma durumu		
Planlı	101	68,7
Plansız	46	31,3
Gebe okuluna katılma durumu		
Evet	19	12,9
Hayır	128	87,1

Çalışmada gebelerin yarıdan fazlasının (%60,5) iki ve altında gebelik yaşadığı, ortalama doğum sayısının 2,17±0,69 (1-3) olduğu, çoğunluğunun vajinal yolla doğum yaptığı (%76,9) ve şimdiki gebeliklerinin ise planlı olduğu (%68,7), çok azının gebe okuluna katıldığı (%12,9) saptandı (Tablo 2).

Tablo 3. Katılımcıların Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hissi Ölçeği total ve alt boyut puan ortalamaları ile Doğum Sonu Konfor Ölçeği total ve alt boyut puan ortalamaları (n=147)

Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hissi Ölçeği ve Alt Boyutları	**Ort±SS**	**Min.-Maks.**
Güçlendirici davranış alt boyutu	21,78±2,77	6-24
Genel iyilik alt boyutu	15,44±3,09	6-20
Aileye bağlılık alt boyutu	13,74±2,72	4-19
Emzirme davranışı alt boyutu	10,51±1,82	4-14
Toplam Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hissi Ölçeği (ADSGHÖ)	61,48±6,90	31-72
Doğum Sonu Konfor Ölçeği ve Alt Boyutları		
Fiziksel konfor alt boyutu	42,55±6,75	23-63
Psikospritüel konfor alt boyutu	41,37±7,45	11-49
Sosyokültürel konfor alt boyutu	28,04±5,66	17-48
Toplam Doğum Sonu Konfor Ölçeği (DSKÖ)	111,97±14,93	52-155

Çalışmada postpartum dönemde ADSGHÖ puan ortalaması 61,48±6,90 (min=31,00-max=72,00) olarak bulunmuş olup şimdiki gebeliğin planlı olması dışında özellikler (yaş, eğitim düzeyi, çalışma durumu, ekonomik düzey, evlilik süresi, gebelik ve doğum sayısı, yaşayan çocuk sayısı, doğum şekli, gebe okuluna katılma gibi) açısından fark saptanmadı (p>0,05). Katılımcılardan gebeliği planlı olanların doğum sonu güvenlik hissinin planlı

olmayanlara oranla daha yüksek olduğu saptandı (t=3,099, p<0,05). Katılımcıların DSKÖ ortalamasının 111,97±14,93 (min=52,00- max=155,00) olduğu, konfor düzeyinin orta düzeyde olduğu belirlendi (Tablo 3).

TARTIŞMA

Doğum sonu dönem kadınlar için emosyonel, fiziksel ve sosyal yönden birçok değişikliklerin meydana geldiği bir süreç olarak tanımlanır. Kadınlar bu dönemde genellikle yorgunluk, ağrı, meme dolgunluğu, epizyotomi ve kabızlık gibi fizyolojik problemler yaşamaktadırlar (Say ve Çoban., 2022). Güvenlik duygusu annelerin bu süreçte anksiyete, stres düzeyini ve artan yükünü yönetme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Persson 2009, Persson ve ark., 2011). Annenin doğum sonrası dönemde kendini yeterli hissetmesi için sosyal, kültürel, fiziksel, çevresel ve psikospritüel konfor bakımından ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir (Say ve Çoban., 2022). Bu çalışma doğum sonu dönemde algılanan güvenlik hissinin kadınların doğum sonu konforuna etkisini saptamak amacıyla yapılmıştır. Araştırmamızda ADSGHÖ ve DSKÖ toplam puan ve alt boyutlarının puan ortalamaları arasındaki ilişki literatür bilgisi doğrultusunda tartışılmıştır.

Çalışmada annelerin yaş ortalaması 28,01±4,58'dir. Çalışmada kadınların %57,1'inin sekiz yıl ve altında eğitim düzeyine ve %72,8'inin çekirdek aileye sahip olduğu, %85'inin çalışmadığı, %66,7'sinin gelirinin giderine denk/fazla olduğu belirlendi. Kadınların %54,4'ünün beş yıl üzerinde evli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Derya ve ark. (2019) çalışmalarında annelerin yaş ortalaması 27,43±3,85, %78,2'nin çalışmıyor, %36'sı üniversite mezunu, %62,8'inin gelirinin giderine eşit ve %77,9'unun çekirdek aileye sahip olduğunu tespit edilmiştir. Koçak ve ark. (2021) çalışmalarında kadınların yaş ortalaması 29,48±5,46, %18,6'sı üniversite mezunu, %71,3'ü çalışmıyor, %81,4'ünün çekirdek aileye sahip ve %59'unun gelirinin giderine eşit olduğu saptanmıştır. Yaşar ve Dal (2022) çalışmalarında annelerin %37,5'i 30 yaş üstü, %50'si çekirdek aile yapısına sahip, %47,8'inin gelirinin giderine denk, %71,9'u ev hanımı, %85,3'ünün sekiz yıl ve altında eğitim düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir. Katı ve Altuntuğ (2024) çalışmalarında kadınların yaş ortalaması 29,54±6,07, %54,4'ü lise mezunu, %87,7'si çalışmıyor, %83,3'ü çekirdek ailede yaşıyor ve %70,1'inin gelir durumunun orta olduğu saptanmıştır. TNSA verilerine göre ülkemizde kadınların %41'i lise veya üzeri eğitime sahip, %64'ü çalışmıyor ve ilk evlenme yaşı 21,4'tür. Ülkemiz'de son yıllarda ortalama ev halkının 4,5 kişiden 3,5 kişiye düşen ve geniş aileden çekirdek aileye doğru eğilim göstermektedir (TNSA, 2018). Bu veriler doğrultusunda çalışmamızda anne yaşı, öğrenim durumu, herhangi bir işte çalışmama, gelir düzeyi ve aile yapısı yukarıdaki çalışma verileri ile de paralellik göstermektedir.

Çalışmada gebelerin ortalama doğum sayısının 2,17±0,69 (1-3) olduğu, %60,5'inin iki ve altında gebelik yaşadığı, %76,9'unun vajinal yolla doğum yaptığı, %68,7'sinin şimdiki gebeliklerinin planlı olduğu ve çok azının gebe okuluna katıldığı (%12,9) saptandı (Tablo 2). Birgili (2020)'nin çalışmasında kadınların %81,8'inin son gebeliğinin planlı olduğu, %80,5'inin iki ve altında gebelik yaşadığı ve %36,5'inin vajinal yolla doğum yaptığı tespit edilmiştir. Derya ve ark. (2021) çalışmalarında kadınların %64,5'inin son gebeliği planlı olduğu, ortalama gebelik sayısının 2,72±1,49 olduğu, ortalama canlı doğum sayısının 2,36±1,19 olduğu ve %62,3'ünün vajinal doğum yaptığı belirlenmiştir. Koçak ve ark. (2021) çalışmalarında kadınların %59'unun bir ve üzeri çocuk sahibi olduğu, %87,8'inin son gebeliğinin planlı olduğunu, %33'ünün vajinal yolla doğum yaptığı belirlenmiştir. Yaşar ve Dal (2022) çalışmalarında kadınların %48'inin iki ve altında gebelik yaşadığı, kadınların %88,1'inin isteyerek gebe kaldığı ve %56,6'sının vajinal yolla doğum yaptığı saptanmıştır. Say ve Çoban (2022) çalışmalarında vaka ve kontrol grubundaki kadınların büyük çoğunluğunun

vajinal doğum yaptığı ve planlı olarak gebe kaldıkları saptanmıştır. Araştırma sonucunda gebeliğinde bilgilendirme sınıfına katılan kadınların katılmayanlara göre doğum sonu konfor düzeyleri arasında fark bulunmamıştır. Katı ve Altuntuğ (2024)'un çalışmasında annelerin %26,5 'inin ise vajinal doğum yaptığı, %64,7'sinin gebeliğinin planlı olduğu, ve kadınların %55,4'ünün doğum sonu dönemde herhangi bir eğitim almadığı belirtilmiştir. Bu veriler doğrultusunda çalışmamız yukarıdaki çalışma verileri ile de paralellik göstermektedir.

Annelerdeki güvenlik duygusu literatürde net olarak açıkça belirtilmemiş olsa da, gebelik ve doğum sonrası dönemde sorun yaşamayan kadınlarda güvenlik duygusunu oluşturan en önemli faktörler arasında doğum öncesi sağlık bakım hizmeti, sosyal destek ve eş desteği bulunmaktadır (Velagic ve ark., 2019). Ayrıca annelerin doğum sonrası güvenlik algısının, ebelerin ve diğer profesyonellerin verdiği bakımdan doğrudan etkilendiği belirtilmektedir (Runciman ve ark., 2009; Howarth ve ark., 2014). Bununla birlikte kadınların doğum sonrası yeterli konforun sağlanması bu sürece uyumunu kolaylaştırmada oldukça önemlidir. Yapılan pilot bir çalışmada; doğumun ilk saatlerinde annenin kanamasının izlenmesi, mobilizasyonun sağlanması, ağrısının azaltılması, hijyenik gereksinimlerinin karşılanması, yenidoğan bakımı konusunda annenin desteklenmesi ve annenin ihtiyaçlarının karşılanması doğum sonu konfor düzeyini arttırdığı bulunmuştur (Sezen ve Ünsalver, 2018).

Çalışmada postpartum dönemde ADSGHÖ puan ortalaması 61,48±6,90 olarak bulunmuş olup orta düzeyde olduğu belirlendi (Tablo 3). Geçkil ve ark. (2016)'nın yaptığı çalışmada ADSGHÖ'nin toplam puan ortalaması 55,09±9,19; Derya ve ark. (2019)'nın yaptığı çalışmada 55±7,93; Sırlı (2020)'nın yaptığı çalışmada 50,80±8,44; Koçak ve ark. (2021)'ının yaptığı çalışmada 50,39±8,59; Çilesiz (2021)'in çalışmasında ise 50,42±9,79 olduğu belirlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda çalışmamızın ADSGHÖ puan ortalaması yukarıda belirtilen çalışmaların değerlerine yakın olup, annelerin doğum sonu dönemde güvenlik hislerinin orta düzeyde olduğu söylenebilir. Günümüzde gebeliklerin planlı olması anne ve bebek sağlığı açısından planlı olmayan gebeliklerde ortaya çıkan birçok problemin önlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Çalışmamızda postpartum dönemde ADSGHÖ puan ortalaması ile yaş, eğitim düzeyi, çalışma durumu, ekonomik düzey, evlilik süresi, gebelik ve doğum sayısı, yaşayan çocuk sayısı, doğum şekli, gebe okuluna katılma gibi özellikler açısından fark saptanmadı ($p>0,05$). Kadınların %68,7'sinin planlı gebe kaldıkları ve gebeliği planlı olanların doğum sonu güvenlik hissinin planlı olmayanlara göre daha yüksek olduğu saptandı ($p<0,05$) (Tablo 3). Ülkemizde yapılan çalışmalarda da gebeliklerin büyük çoğunluğunun planlı olduğu tespit edilmiştir (Bilgin ve ark., 2018; Karabulutlu ve Yavuz, 2019; Amanak ve ark., 2020; Oveysi ve Apay, 2021). Sırlı (2020)'nın çalışmasına göre gebeliği istemeyen annelerin gebeliği isteyenlere oranla doğum sonu güvenlik hisleri toplam puanının 4,76 puan daha azaldığı ve çok anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Çalışma bulgularımız literatür bulguları ile benzerlik göstermekte olup son yıllarda planlı gebeliklerin oranında artış olduğu görülmektedir. Çalışmamızda DSKÖ puan ortalamasının 111,97±14,93 olduğu, konfor düzeyinin orta düzeyde olduğu belirlendi (Tablo 3). Literatüre bakıldığında ülkemizde yapılan çalışmalarda da konfor ortalamalarının 110,42±9,12 ile 122,06 ± 0,31 arasında olduğu görülmüştür (Semerci, 2019; Birgili, 2020; Öztürk ve ark., 2021; Şahin ve Sinan, 2021). Çalışma bulgularımız literatür bulguları ile benzerlik ve farklılıklar göstermekte olup bu sonuçlar örneklem grubunun özellikleri, bireylerin beklentileri, doğum algısı, doğumda sağlanan koşullar, doğum sonu güvenlik duygusu ve konforun pek çok faktörden etkilenmesinden kaynaklanabilir.

Kadınlara verilen hemşirelik bakımının; perine bakımı, dikişlerinin kontrol ve bakımı, hijyen gereksiniminin karşılanması, beslenme, taburculuk eğitiminde yenidoğan bakımı ve kontrollerinin önemi, doğum sonu evde bakım, aile planlaması, doğum sonrası egzersizler ve psikolojik değişiklikler benzeri konularda yeterli düzeyde olmadığı düşünülmektedir. Hemşireler olarak baba adaylarını da kapsayacak şekilde doğum öncesi ve doğum sonrası süreci

ele alan eğitimler planlanmalı ve eğitimlere katılmaları sağlanmalıdır. Tüm hemşirelere kanıta dayalı uygulamalar ışığında hizmet içi eğitim programları planlanmalı ve doğum sonu dönemde kadınların bakım memnuniyetlerinin düzenli aralıklarla tek bir grubu (primipar/multipar) değerlendiren kapsamlı çalışmalar yapılması önerilmektedir. Sonuç olarak, hemşirelerin bakım, danışmanlık ve desteği ile kadınların doğum sonu güvenlik duygusu geliştirilmeli ve konfor düzeyleri sağlanarak sağlıklı bir ebeveynlik oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

Amanak, K., Demirkol, İ., & Vesile, Ünay Y. (2020). Doğum Memnuniyetinin Postpartum Erken Dönem Emzirme Öz-Yeterliliğine Etkisi. *Turkish Journal of Science and Health,* 1(2), 50-57.

Bilgin, N.Ç., Bedriye, A.K., Potur, D.C., & Ayhan, F. (2018), Doğum Yapan Kadınların Doğumdan Memnuniyeti ve Etkileyen Faktörler. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi,* 5(3), 342-352.

Birgili, F. (2020). Doğum Yapan Kadınların Doğum Sonu Konforu ve Etkileyen Faktörler. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *23*(3), 351-360.

Çilesiz, E. (2021). Postpartum Dönemdeki Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hisleri İle Anne Bebek Bağlanması Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, *23*(1), 9-19.

Derya, Y.A., Erdemoğlu, Ç., Özşahin, Z., & Karakayalı, Ç. (2019). Annenin Doğumu Algılamasının Doğum Sonu Güvenlik Hissine Etkisi. *Ebelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *2*(3), 88-95.

Geçkil, E., Koçak, V., Altuntuğ, K., & Ege, E. (2016). Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hisleri Ölçeği. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *19*(4).

Güleşen, A., & Yıldız, D. (2013). Erken Postpartum Dönemde Anne Bebek Bağlanmasının Kanıta Dayalı Uygulamalar ile İncelenmesi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, *12*(2).

Howarth, A., Swain, N., & Treharne, G. (2014). The Safty-net: What Influences New Zealands First-time Mothers' Perceptions of Safty for Self and Unborn Child*? New Zealand College of Midwives Journal*, 48, 24–28.

Karabulutlu, Ö., & Yavuz, C. (2019). Annelerin Doğum Sonu Dönemde Aldiklari Ebelik/Hemşirelik Bakimindan Memnuniyet Düzeylerinin Değerlendirilmesi. *Caucasian Journal of Science*, *6*(2), 182-199.

Karakaplan, S., & Yıldız, H. (2010). Doğum Sonu Konfor Ölçeği Geliştirme Çalışması. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, *3*(1), 55-65.

Katı, G.N., & Altuntuğ, K. (2024). Eş Desteğinin Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hisleri ile İlişkisi. *Güncel Hemşirelik Araştırmaları Dergisi*, *4*(1), 22-34.

Koçak, V., Altuntuğ, K., & Ege, E. (2021). Annelerin Öz Yeterlikleri ve Doğum Sonu Güvenlik Hislerinin Değerlendirilmesi. *Ebelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *4*(1), 34-44.

Kvist, L.J., & Persson, E. K. (2009). Evaluation Of Changes in Postnatal Care Using The" Parents' Postnatal Sense of Security" İnstrument and An Assessment of The İnstrument's Reliability and Validity. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *9*, 1-10.

Oveysi, M., Ejder Apay, S. (2021). Doğumda Algılanan Destekleyici Bakım ve Memnuniyet Düzeyi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Genel Tıp Dergisi,* 31(3), 232-238.

Öztürk, R., Yağız, R., & Er Güneri, S. (2021). Doğum Yapan Kadınların Konfor ve Taburculuğa Hazır Oluşluk Düzeylerinin İncelenmesi. *Batı Karadeniz Tıp Dergisi*, *5*(2), 272-280.

Persson E.K., & Dykes A.K. (2007). Parents Postnatal Sense of Security (PPSS): Development of the PPSS Instrument. *Scand J Caring Sci*, 21(1):118-25. Doi:10.1016/j.midw.2007.08.001.

Persson, E.K., & Dykes, A. K. (2009). Important Variables For Parents' Postnatal Sense of Security: Evaluating A New Swedish İnstrument (The PPSS İnstrument). *Midwifery*, *25*(4), 449-460.

Persson, E.K., Fridlund, B., Kvist, L.J., & Dykes, A.K. (2011). Mothers' Sense Of Security in The First Postnatal Week: İnterview Study. *Journal of Advanced Nursing*, *67*(1), 105-116.

Runciman, W., Hibbert, P., Thomson, R., Van Der Schaaf, T., Sherman, H., & Lewalle, P. (2009). Towards an International Classification for Patient Safety: Key concepts and terms. *International Journal for Quality in Health Care, 21*(1), 18–26.

Say, F.Ç., & Çoban, A. (2022). Gebe Bilgilendirme Sınıfına Katılımın Doğum Sonu Konfora Etkisi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *15*(2), 133-143.

Semerci, K. (2019). *Annelerin Doğum Sonrası Konfor ve Destek Düzeyleri Arasındaki İlişki* (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Sezen, C. & Ünsalver, B.Ö. (2018). Doğum Korkusu ve Sosyal Destek Düzeyi Arasındaki İlişki: BİR Gözden Geçİrme ve PİlotÇalışma. *Nörodavranışsal Bilimler Dergisi*, *5* (1), 29-36.

Sırlı, B. (2020). *Primipar Annelerin Doğum Sonu Güvenlik Hisleri ve İlişkili Faktörler* (Master's thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey).

Şahin, S., & Sinan, O. (2021). Investigation of Mothers' Postpartum Breastfeeding and Comfort Conditions. *Health Care for Women International*, 42(4-6), 913-924. Doi yazımı (https://doi.org/10.1080/07399332.2021.1883022).

Velagic, M., Mahmutovic, J., & Brankovic, S. (2019). Development of Mother's Postnatal Sense of Security. *Materia Socio-medica*, *31*(4), 277.

Werner-Bierwisch, T., Pinkert, C., Niessen, K., Metzing, S., & Hellmers, C. (2018). Mothers' and Fathers' Sense of Security in The Context of Pregnancy, Childbirth and The Postnatal Period: An İntegrative Literature Review. *BMC pregnancy and childbirth*, *18*, 1-16.

Yaşar, H., & Dal, N.A. (2022). Gebelikte Algılanan Sosyal Desteğin Doğum Sonu Konforla İlişkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, *31* (1), 29-35.

ARAP EDEBİYATINDAKİ KONUMU AÇISINDAN LUVÎS ŞEYHO'NUN MECÂNU'L-EDEB ADLI ESERİ

LUVÎS ŞEYHO'S WORK CALLED MECANUL-EDEB IN TERMS OF ITS POSITION IN ARABIC LITERATURE

Doç. Dr. Halil AKÇAY

Mardin Artuklu Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi

Kevser ALĞAN

Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstiütü Yüksek Lisans Öğrencisi

ABSTRACT

Introduction and Purpose: This study examines the importance of Mecani'l-edeb fî hadâikı'l-'Arab, a work by Luvis Sheiho, an important figure in the field of literature of his time, in terms of Arabic literature. The work is an anthology book that includes easy, intermediate and advanced level construction examples. The main purpose of the study is to evaluate Sheiho's Mecani'l-edeb within the framework of its place in Arabic literature. In line with this purpose, the work in question by Luvis Sheiho, one of the important names in modern Arabic literature, is an anthology book that includes literary pieces belonging to famous Arab writers and poets. According to his own statement, he created the work with a method and style that has not been done before. The evaluation and presentation of this and his other works will contribute to the Arabic language and rhetoric. The lack of an independent study on such an important literary figure and his works has also motivated and motivated us to conduct this study.

Materials and Methods: After determining the subject, content and scope of the study, various and extensive literature readings such as dictionary, terminology, Arabic literature and history of Arabic literature were conducted for the person, subject and concepts that form the basis of the study. In the introduction of the study, the life, works and literary personality of Sheiho el-Yesui were examined, and in the following headings, his work named Mecani'l-edeb fî hadâikı'l-'Arab was discussed in terms of content, method and source, and the literary aspect of the work was revealed. The main source of the study is of course Sheiho's work named Mecani'l-edeb. In addition, new studies on the subject were also used. However, there are frequently consulted sources at this stage. These are basic sources such as Abbud, Marun, Ruvvad'n-nehdati'l-hadise, Brockelmann'sGAL, Yusuf Es'ad's Masadiru'd-dirasati'l-edebiyye, Hanna al-Fahuri's al-Mujaz fi'l-edebi'l-'Arab ve tarîhihî and al-Jamiʿ fîtarîhi'l-edebi'l-ʿArab.

Results: Although the research has reached many important conclusions, the most important conclusion reached in the study is that Majani'l-edeb is an important work in Arabic literature in terms of language, content and style.

Keywords: Arabic Language and Literature, Modern Literature, Anthology, Luvîs Sheiho, Mecani'l-edeb.

GİRİŞ

Arap edebiyatı Cahiliye döneminden itibaren günümüze kadar pek çok merhaleden geçmiş, tarihe pek çok kıymetli eser bırakmıştır. Bu eserlerden bazıları günümüze kadar ulaşsa da bazıları zamana ve dönemin şartlarına yenik düşüp zamanla kaybolmuştur. Öbür taraftan bu alanda gerek şiir gerek nesir türü edebî eserleriyle her dönem öne çıkmış birçok şahsiyet vardır. Arap edebiyatı için Uyanış (Nahda) dönemi denilen bir dönemin (1898'den günümüze) önemli edebiyatçılarından biri sayılan Luvis Şeyho, yaşadığı dönemde yaptığı çalışmalar ile kaybolmaya yüz tutan eserleri, yaptığı tahkik ve neşirler ile tekrardan gün yüzüne çıkarmıştır. Şeyho, eserleri ve yaptığı çalışmalar ile ilmi araştırmalara ve tarihe hizmet etmiş, Doğu ve Arap araştırmacılarının çalışmalarında bir başvuru kaynağı olmuştur. Bu bilgiler ışığında yazarın önemli eserlerinden biri kabul edilen *"Mecâni'l-edeb fî hadâiki'l-'Arab"* isimli eseri tarafımızca çalışılmaya değer görülmüştür.

Çalışmanın temel amacı genelde Şeyho'nun eser, istinsah ve neşirlerini dikkate alarak Arap edebiyatına olan katkısını ortaya koymak, özelde ise *Mecâni'l-edeb* isimli eseri içerik, yöntem ve kullanıldığı kaynaklar çerçevesinde değerlendirmektir.

Çalışmada hedeflenen hususlar şu şekildedir;

- kaynaklarda yer alan Şeyho'nun hayatına, kişiliğine, ailesine ve eğitimine dair bilgileri bir araya getirmek ve varsa eserlerine olan yansımalarını ortaya koymak,
- kaynaklardan edinilen bilgilerle Şeyho'nun etkilendiği edebiyatçı, tarihçi veya bir din adamı olup olmadığını tespit etmek ve bu etkinin edebi kişiliğine yansımalarını değerlendirmek,
- *Mecâni'l-edeb* isimli eserin konu başlıklarını ve maddelerini dil, üslup, içerik ve edebî yönünden incelemek,
- adı geçen eserde kullandığı kaynakları tespit edip, maddeleri bir araya getirmedeki yöntem ve üslubunu ele almak.

Çalışmanın konusunu, içeriğini ve kapsamını belirledikten sonra, çalışmanın temelini oluşturan şahıs, konu ve kavramlar için sözlük, teracim, Arap edebiyatı ve Arap edebiyatı tarihi gibi çeşitli ve geniş literatür okumaları yapılmıştır. Okuma esnasında notlar çıkarılıp, bu notlar üzerinden değerlendirmelerde bulunulmuş ve uygun başlıklar altında çalışmaya dahil edilmiştir.

Araştırmamızın ikinci başlığında mezkûr müellifin hayatı, ailesi, tahsili, ilmi kişiliği ve yazdığı eserleri gibi konulara değinilmiştir. Üçüncü ve dördüncü başlıklarında ise çalışmamıza konu olan *"Mecâni'l-edeb fî hadâiki'l-'Arab"* adlı eseri içerik, yöntem ve kaynak bakımından ele alınmış ve eserin edebi yönü ortaya koyularak Arap edebiyatı nezdinde önemine vurgu yapılmıştır.

MODERN ARAP EDEBİYATINDA BİR FİGÜR: LUVÎS ŞEYHO

Lakabı, künyesi ve nisbesiyle tam adı Rizkullâh b. Yûsuf b. 'Abdilmesîh b. Ya'kûb b. 'Abdilmesîh Şeyho'dur. 1874 yılında katıldığı Cizvit ruhban sınıfı ile birlikte papaz unvanını almıştır (ez-Ziriklî, 2002). Bu tarihten sonra Luvîs Şeyho (Louis Cheikho) diye tanınmıştır (Tülücü, 2010). Luvîs Şeyho 5 Şubat 1859 tarihinde (Kehhâle, 1958) Mardin'de dünyaya gelmiştir (ez-Ziriklî, 2002). Sekiz yaşına kadar ailesi ile Mardin'de bulunmuş, daha sonra ağabeyinin öğrenim gördüğü Lübnan'a taşınmış ve eğitim hayatına burada başlamıştır (Serkîs, 1928). Kaynaklar, babası Ya'kûb'un dindar bir kişilikte, kendisini Tanrı'ya adamış birisi, annesi Elizabeth'in ise fazilet sahibi biri olduklarını naklederler. Annesinin rahip olan amcası Gabriel Danbow, Azîz Hormizd'e mensup olan Keldânî ruhbanlığının kurucusudur. Ağabeyi

Papaz Stanislao el-Yesûî, ilim öğrenmek ve din hizmetlerinde bulunmak için Lübnan'a gitmiştir. Rızkullah da annesi ile birlikte yaptığı bir yolculuk ile Lübnan'ın Gazîr bölgesinde konaklamış ve eğitim öğretim hayatına burada başlamıştır (Serkîs, 1928). Hayatının bir döneminde Fransa'ya, İngiltere'ye, Almanya'ya, İtalya'ya ve Doğu'daki ilim merkezlerinden pek çoğuna gidip gelmiştir (Kurd Ali, 1980). Cizvit manastır okullarında ilim öğrenmiştir. Orada Yunan, Latin ve Fransız dilleri üzerine eğitim görmüştür (Serkîs, 1928). Yüksek tahsilini de Fransa'da tamamlayan Şeyho, (el-Fâhûrî, 1986) artık Doğu'ya dönüş yapmıştır. 1875 senesinde Gazîr'den Beyrut'a taşınan Saint Joseph Üniversitesine Arapça öğretmeni olarak atanmış, ilmi çalışmalarına artık burada devam etmiştir (el-Fâhûrî, 1986). Kendisi Şam'da bulunan el-Mecmau'l-ilmiyyu'l-Arabî (Arap bilim akademisi) üyesidir (Tülücü, 2010). Şeyho, daha tahsil hayatının içindeyken yazmaya, kitap telif etmeye, eski Arap edebiyatı eserlerini, Arap ve Hristiyan doğu tarihini canlandırmaya başlamıştır (el-Fâhûrî, 1986). Yûsuf Es'ad ed-Dâğir, *Masâdiru'd-dirâsâti'l-edebiyye* isimli eserinde onun ilmi kişiliği hakkında şöyle bahsetmiştir: "Şeyho, Doğu'da 19. yüzyılın son çeyreği ve 20. yüzyılın ilk çeyreğinde edebi ve ilmi Rönesans öncülerindendir. Rönesansın sarsılmaz bir ayağıdır, onun için çalışan ve onun unsurlarını yerine getirenlerden biridir. Kendisi, bir edebiyat yazarı, Doğu dillerini iyi bilen bir dilci, meraklı bir tarihçi, sabırlı, kılı kırk yaran bir araştırmacı ve uzman bir teologdur. Arapçaya, ilmi araştırmalara ve tarihe olan hizmeti konusunda kendisinden önce gelen çağdaşlarını gölgede bırakmıştır. Arap ve Batı dünyası için gömülü olan bilim, fen ve edebiyat hazineleri ortaya çıkartmıştır. Bunu da bozulmamış yayınları ve nadir araştırmaları ortaya koyarak, detaylı makaleler kaleme alarak, unutulmuş eski metinlere hayat vererek yapmıştır. Uzun süreli ve yorucu enerjisiyle yeni yöntemler açmış, yollar düzlemiş, Doğu ilimlerini tanıtmak noktasında zorlukların üstesinden gelmiştir. Sağlam bir çalışma ve ağırbaşlı güzel bir sabırla ilim, neşir, telif, tedris, araştırma ve şerh sahasında gayret göstermiştir. Eleştiri, inceleme ve analiz gibi bilimsel yöntemlerin yayılmasında en büyük emekçilerden biri olmuştur." (ed-Dâğir, 1983). Bu ifadeler Şeyho'nun ilmi çabası, gayreti ve hassasiyeti noktasında bize detaylı bilgiler vermektedir. Şeyho, Arapça yazma eserleri araştırmak için dünya çapınmda meşhur kütüphaneleri gezmiş, Avrupa seyahatleri yapmış, Şam, Halep, Musul, Bağdat gibi Doğu beldelerine seyahatler düzenlemiştir (Serkîs, 1928). Ziyaret ettiği şehirlerden Arapça, Farsça, Süryanice ve Türkçe nadir yazma eserleri istinsah ederek veya satın alarak 3000 civarı eser toplamıştır (Tülücü, 2010). Böylece pek çok edebiyatçı ve alimin ziyaret ettiği o meşhur kütüphanesi olan el-Mektebetu'ş-Şarkiyye'yi meydana getirmiştir (Serkîs, 1928). 1898 yılında binlerce makale ve ilginç araştırmalarla dolu olan *el-Meşrik* isimli dergiyi kurmuş ve onu bir Doğu ansiklopedisi haline getirmiştir. Şeyho, dergiye 25 yıl boyunca hizmet etmiştir (Serkîs, 1928). Kendisi Luvîs Ma'luf, Antûn Sâlihânî el-Yesûî, öğrencisi H. Lammens ve J. B. Belot gibi Beyrut'taki diğer meslektaşları ile beraber Arap uyanış (nahda) edebiyatının önemli temsilcileri arasında yer almıştır (Tülücü, 2010). Luvîs Şeyho, Beyrut şehrinde geçirdiği cerrahi bir operasyondan sonra yaklaşık bir hafta geçmeden vefat etmiştir (Serkîs, 1928). Ölüm tarihi hakkında farklı kaynaklarda ihtilaf vadır. *El-Muktedaf, el-Hilal, el-Meşrık* gibi Arapça pek çok dergideki biyografilerde vefat tarihi 1968 Ocak ayı olarak kaydedilmiştir (Serkîs, 1928). Fakat doğum yılını da dikkate alırsak Hanna el-Fâhûrî'nin *el-Câmi' fî târîhi'l-edebi'l-'Arabî*, Yûsuf Es'ad Dâğir'in *Masâdiru'd-dirâsâti'l-edebiyye*, Ömer Rıza Kehhâle'nin *Mu'cemu'l-müellifîn* ve Hayreddîn ez-Ziriklî'nin *el-A'lâm* adlı eserlerinde geçtiği üzere vefat yılının 1927/28 olması daha muhtemeldir. *Mu'cemu'l Müellifîn* adlı eserde tam vefat tarihi 7 Aralık 1927 olarak bizlere nakledilmiştir (Kehhâle, 1958).

Luvîs Şeyho, asla sıkılmak bilmeyen bir enerji ve yorgunluğun kendisine yetişemediği bir azimle (Serkîs, 1928) dil, edebiyat, felsefe, münazara ve din alanında kırktan fazla eser telif etmiştir (el-Fâhûrî, 1986). Mârûn Abbûd, onun yazdığı eserlerin çokluğunu ifade etmek için "vaftiz edildiği su mürekkebe dönüşmüştü" ifadesini kullanmıştır (Abbûd, 1952). C. Hechaïme'nin *Bibliographie analyti que du Père Louis Cheikho* adlı eserinde tespit ettiğine

göre Şeyho'nun Hıristiyanlık ile Arap dili ve edebiyatı sahalarında yazdığı kitap ve makalelerle neşrettiği eserlerin sayısı 2750'yi bulmaktadır (Tülücü, 2010). Şeyho'nun yazdığı her şeyde tek endişesi, mensup olduğu tarikatına hizmet etmektir (ez-Ziriklî, 2002).

Telifleri

1. İlmu'l-edeb (Beyrut 1881, 1908): Meânî, beyân, bedî, aruz ve hitâbete dair yazdığı bir eserdir.

2. Mecâni'l-edeb fî hadâiki'l-Arab (I-IX, Beyrut 1882-1883, 1985, 1986, 1989): Ünlü Arap edip ve şairlerine ait edebî parçaları içeren bir antolojidir. Aslı altı küçük cilt halinde olan eserin I ve II. ciltlerinde kolay ve yalın inşâ örnekleri, III ve IV. ciltlerinde orta düzeydeki inşâ örnekleri, V ve VI. ciltlerinde yüksek düzeyde inşâ örnekleri yer alır. Konulara göre düzenlediği eserinin mukaddimesinde bunun daha önce bir benzerinin yapılmadığını ifade eden müellif harekelemeyi tefsir ve şerh yapmakla eşdeğerde gördüğünden bütün eserlerinde olduğu gibi bu antolojiyi de tam harekeli şekilde tertip etmiştir. Luvîs Şeyho eserini Şerhu Mecâni'l-edeb adıyla dört ciltte şerh etmiştir. İlk defa 1882'de Beyrut'ta yayımlanan şerhin 1928'e kadar on altı baskısı yapılmıştır.

3. Mirkâtu'l-mecânî (Beyrut 1884, 1896-1898): Küçük öğrenciler için hazırlanmıştır.

4. Nuzhetu't-tarf fî muhtasari's-sarf (Beyrut 1885).

5. Ma'rizu'l-hutûti'l-Arabiyye (Beyrut 1885, 1895).

6. el-Hulâsatu'n-Nasrâniyye (Beyrut 1885).

7. Muhtasar fi's-sarf (Beyrut 1886).

8. Şuarâu'n-Nasrâniyye (I-III, Beyrut 1890-1891): I. cildi Câhiliye döneminde, II. cildi İslâmiyet'ten sonra yaşamış Hıristiyan şairlerin biyografilerini ve şiirlerinden örnekleri kapsar.

9. Riyâzu'l-edeb fî merâsî şevâiri'l-Arab (Beyrut 1897): Eserde eski kadın şairler hakkında bilgilere, rivayetlere ve onlara nispet edilen şiirlere yer verilmiştir.

10. Nebze Fî tercemeti ve teâlîfi Ebi'l-Ferec el-ma'rûf bi'bni'l-İbrî (Beyrut 1898).

11. İntikâddu kutubihi "Târihi âdâbi'l-lugati'l-Arabiyye" ve "Tabakâti'l-umem" (Mecmû'atu intikâdi kutubi Zeydân içinde, Kahire 1320): Corcî Zeydân'ın adı geçen eserleriyle Târîhu't-temedduni'l-İslâmî'sine müellifin yaptığı eleştirileri kapsar.

12. el-Ahdâsu'l-kitâbiyye ve't-teşâbuhu'n-Nasrâniyye (Beyrut 1904): Cahiliye şairlerinden bazılarının Hıristiyanlıkla ilgili sözlerini içerir.

13. Esbâbu't-tarab fî nevâdiri'l-Arab. (Beyrut 1906)

14. Atrebu'ş-şi'r ve atyebu'n-nesr (Beyrut 1907)

15. Makâlât felsefiye kadîme li-ba'zi meşâhiri felâsifeti'l-Arab. (Beyrut 1908, 1911; Kahire 1985)

16. Târîhu'l-âdâbi'l-Arabiyye fi'l-karni't-tâsi' 'aşer. (Beyrut 1908-1910, 1924-1926, 1991)

17. et-Tevârîhu'n-Nasrâniyye fi'l-Arabiyye. (el-Meşrik, XII [Beyrut 1909], s. 481-506)

18. es-Sirru'l-masûn fî şi'ati'l-farmasûn. (Beyrut 1910)

19. en-Nasrâniyye ve âdâbuhâ beyne ʿArabi'l-Câhiliyye. (Beyrut 1912, 1919-1923)

20. Catalogue raisonné des manuscrits de la Bibliothèque Orientale de Beyrouth. (Beyrut 1913-1926)

21. Tefnîdu’t-tezvîr li-Muhammed Tâhir et-Tinnîr. (Beyrut 1913)

22. Makâlât dîniyye li-baʿzi meşâhîri’l-ketebeti’n-Nasârâ mine’l-karni’t-tâsiʿ ile’l-karni’s-sâlise ʿaşere. (2. bs., Beyrut 1920)

23. et-Tâʾifetü’l-Mârûniyye ve’r-rehbâniyyetü’l-Yesûʿiyye fi’l-karneyni’s-sâdise ʿaşere ve’s-sâbiʿa ʿaşere. (Beyrut 1923)

24. Kitâbü’l-Mahdûdâti’l-ʿArabiyye li-ketebeti’n-Nasrâniyye. (Beyrut 1924, 2000)

25. Beyrût: Târîhuhâ ve âsâruhâ. (Beyrut 1926, 1927, 1993)

26. Târîhu’l-âdâbi’l-ʿArabiyye fi’r-rubʿi’l-evvel mine’l-karni’l-ʿişrîn. (Beyrut 1926)

27. Mecmûʿa min şiʿri ebi’l-ʿAtâhiye fi’l-medîh ve’r-risâʾ ve’l-hicv ve’l-vasf ve’l-emsâl. (Ebu’l-ʿAtâhiye: Müntehabât şiʿriyye). (Beyrut 1927, 1931, 1950)

28. ʿUlemâʾu’n-Nasrâniyye fi’l-İslâm 622-1300. (nşr. Camille Hechaïmé, Beyrut 1983)

29. Makâlât felsefiyye li-meşâhîri’l-müslimîn ve’n-nasârâ. (3. bs., Kahire 1985)

30. Târîhu fenni’t-tibâʿa fi’l-meşrik. (2. bs., Beyrut 1995)

31. Dîvânu’l-Hansâʾ. (Beyrut 1305/1888)

32. Enîsu’l-culesâʾ fî şerhi Dîvâni’l-Hansâʾ. (Beyrut 1896) (Tülücü, 2010)

2. Neşirleri

1. Ebû Mansûr es-Seâlibî, Fıkhu’l-luga ve sırru’l-ʿArabiyye (Beyrut 1885).

2. Abdurrahman el-Hemedânî, el-Elfâzu’l-kitâbiyye (Beyrut 1885, 1898).

3. el-Envâru’z-zâhiye fî dîvâni Ebi’l-ʿAtâhiye (Beyrut 1886, 1887, 1888, 1909, 1914).

4. Hatîb et-Tebrîzî, Kenzu’l-huffâz fî kitâbi tehzîbi’l-elfâz (Beyrut 1896-1898).

5. İbnu’s-Sikkît, el-Elfâz (Beyrut 1897).

6. Dîvânu’l-Hırnık (Beyrut 1897, Riyâzu’l-edeb fî merâssî şevâʿiri’l-ʿArab içinde).

7. İbn Sînâ, Kitâbu’s-Siyâse (Kahire 1900).

8. Kelîle ve Dimne (en eski yazma nüshasına dayanılarak yapılan bu neşirde garip kelimeler açıklanmış, metin tamamıyla harekelenmiştir) (Beyrut 1904, 1905, 1923, 8. bs., 1969).

9. Ebû Zeyd el-Ensârî, Kitâbu’l-Matar (Beyrut 1905), Kitâbu’l-Hemz (Beyrut 1911).

10. Lutfî Paşa, Âsafnâme (Beyrut 1911).

11. Dîvânu’s-Semevʾel (el-Meşrik, XII/3 [Beyrut 1909], s.161-178 vd.; Beyrut 1909, 1920).

12. el-Bulga fî şüzûri’l-luga (kadîm lugat risâleleri koleksiyonu, A. Haffner’le birlikte, Beyrut 1908, 1914).

13. İbnu’l-Ekfânî, Nuhabu’z-zehâʾir fî ahvâli (maʿrifeti)’l-cevâhir (el-Meşrik, XI [1908], s. 751-765).

14. Dîvânu Selâme b. Cendel et-Temîmî (el-Meşrik, XIII/3 [1910], s. 171-190; Beyrut 1910, 1920).

15. Buhturî, el-Hamâse (Beyrut 1910, 1967).

16. Sâid el-Endelûsî, Tabakātu’l-umem (Beyrut1912; Kahire, ts.; Necef 1387).

17. Ali b. Îsâ el-Usturlâbî, el-Usturlâb ve keyfiyyetü istiʿmâlihî (Beyrut 1913,

el-Meşrik, XVI [1913], s. 29-46).

18. İbn Durusteveyh, Kitâbu'l-Kuttâb (Beyrut 1921, 1927).

19. Saîd b. Bıtrîk, et-Târîhu'l-mecmûʿ (L. Şeyho v.dğr., I-II, Paris 1906-1909; Beyrut 1906-1909).

20. Fârâbî, es-Siyâsetu'l-medeniyye (Beyrut 1902; DİA, XII, 157).

21. Huneyn b. İshak, Fi'd-Davʾi ve hakîkatih (el-Meşrik, II [1899], s. 1105-1113), Risâle fî keyfiyyeti idrâki hakîkati'd-diyâne ("Un traité inédit de Honein", nşr. ve Fr. trc. Orientalische Studien: Theodor Nöldeke zumsiebzigsten Geburtstag [2. März 1906] gewidmet von Freunden und Schülern [ed. C. Bezold], Gieszen 1906, I, 283-291; Luvîs Şeyho'nun çalışmalarına dair geniş bilgi için bk. Hechaïmé, Bibliographie analyti que, tür.yer.) (Tülücü, 2010).

MECÂNİ'L-EDEB İSİMLİ ESERİN İÇERİĞİ VE YAPISI

Mecânî'l-Edeb adlı eser altı ciltten oluşan, zengin ve çok yönlü bir edebiyat derlemesidir. Her bir ciltte 12 ila 20 arasında değişen konu başlıkları yer almaktadır. Bu başlıklar arasında tekrar edenler olduğu gibi yalnızca belirli ciltlere özgü olanlar da bulunmaktadır. Örneğin, "tarih" başlığı her ciltte yer alırken "coşkulu konuşmalar" ve "eski şiir" gibi başlıklar sadece altıncı ciltte yer alır. Bununla birlikte, konu başlıklarının ciltler içerisindeki sıralanışında belirgin bir sistematik görülmemektedir.

Ciltler arasında dil, anlatım ve içerik açısından gözle görülür bir zorluk seviyesi bulunmaktadır. Örneğin, "dindarlık ve takva" konusu birinci ciltte sade bir dille ele alınırken, beşinci ciltte bu konu daha karmaşık nesir parçalarıyla işlenmiştir. Bu durum, Mehmet Akif Ersoy'un da dikkatini çekmiş ve kendisi eserin ciltlerinin kolaydan zora doğru tertiplendiğini belirtmiştir. Ayrıca, Şeyho'nun eserinin Arap dili eğitiminde ders kitabı olarak okutulmasının daha uygun olacağı yönünde kanaat bildirmiştir (Ayyıldız, 2022).

Eser bir bütün olarak incelendiğinde aşağıdaki tematik konu başlıklarının yer aldığı görülmektedir: dindarlık ve takva, hikmetler, deyimler, hayvanların dilinden meseller, faziletler ve kabahatler, hikâyeler/nükteler, güldürüler, ilginç olaylar, seyahatler, ilginç yaratıklar, tasvirler, tarih, zahitlik, anlayış ve edeb, mersiyeler, atasözleri, methiyeler, övgü ve yergi, bilmeceler, mektuplaşmalar, meseller ve öğütler, kılıç ve kalem hakkında yazılar, biyografiler, hutbeler ve vaazlar, makameler, münazara, coşkulu konuşmalar, çiçek temalı betimlemeler ve eski şiir.

Bu başlıkların içeriği oluşturulurken alanın en meşhur kitap ve yazarlarından faydalanılmıştır. Örneğin "dindarlık ve takva" başlığında ağırlıklı olarak Gazalî'den alıntı yapmakla birlikte "seyahatler" ve "tasvirler" başlıklarında sıklıkla İbn Battûta'nın *"Tuhfetu'n-Nazzâr fî Garâibi'l-Emsâr ve Acâibi'l-Esfâr"* adlı eserine ve İbn Cübeyr'in *"Rıhletu İbn Cubeyr"*ine başvurulmuştur. "İlginç yaratıklar" başlığında ise el-İbşîhî ve Kazvînî gibi yazarların eserlerinden alıntılar yapılmıştır. Bu kadar geniş yelpazeye sahip konu çeşitliliği ile eser, yalnızca bilgi aktarmayı amaçlamamış; okuyucunun ahlaki gelişimine katkıda bulunmayı, onu manevi olarak beslemeyi ve yaratılışın hikmetini fark ettirmeyi hedeflemiştir.

Metin seçiminde büyük bir titizlik gösterilmiş, eski âlimlerin eserlerinden en açık ve belirgin pasajlar tercih edilmiştir. Kaynak gösterimi genellikle madde altlarında parantez içinde belirtilmiş, kaynak verilmeyen metinlerin ise anonim ya da müellifin kendisine ait olduğu düşünülmektedir. Eserin dili sade, anlaşılır ve yer yer edebîdir. Garip ve ağır ifadelerden uzak durulmuş, ifadenin ahengi ve güzelliği ile okuyucunun kalbine hitap edilmesi hedeflenmiştir.

Şeyho, eseri hazırlarken yalnızca içerik seçimine değil, cümle yapılarının düzgünlüğüne ve anlatımın estetiğine de özen göstermiştir.

Bu genel çerçeve içerisinde, eserin yapısal düzeni ve içeriği bir bütün olarak değerlendirildiğinde, onun edebî sahadaki yeri daha da anlam kazanmaktadır.

MECÂNİ'L-EDEB İSİMLİ ESERİN ARAP EDEBİYATINDAKİ YERİ VE ÖNEMİ

Gerek tabakat gerek Arap dili ve edebiyatı kaynaklarında *Mecânu'l-edeb*'in önemi hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Bu bağlamda eser, yalnızca döneminin değil, modern Arap edebiyatı anlayışının da temel taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Nitekim *Muʿcemu'l-matbûati'l-Arabiyye ve'l-muarrebe*'in müellifi Serkîs, bu kıymetli derlemeyi "en meşhur Arap sözlerinin bir araya getirildiği bir kitap" olarak nitelendirmiştir (Serkîs, 1928). Eserin bu şekilde tanımlanması, onun içerdiği metinlerin Arap dilinin ve kültürünün taşıyıcısı niteliğinde olduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu eser, yalnızca bireysel dil gelişimi açısından değil, aynı zamanda kültürel belleğin aktarımı ve dilin estetik boyutunun sunumu açısından da dikkate değerdir. Bu bakımdan, *Mecânu'l-edeb* hem içerik hem de amaç yönüyle döneminin ötesine geçen bir vizyona sahiptir.

Bu pedagojik yön, dönemin önde gelen isimlerinden Mehmet Âkif Ersoy'un da dikkatini çekmiş; o, eserin ciltlerinin kolaydan zora doğru sistemli bir biçimde düzenlenmiş olmasını örnek göstererek, dönemin Arapça eğitim müfredatındaki eksikliklere dikkat çekmiştir. Hatta Şeyho'nun bu eserinin ders kitabı olarak okutulmasının daha faydalı olacağını ifade etmiştir (Ayyıldız, 2022). Bu görüş, eserin yalnızca akademik bir metin değil, aynı zamanda Arap dilinin öğretiminde bir başvuru kaynağı olabileceğini de ortaya koymaktadır. Modern Arapça eğitimi açısından bakıldığında, bu tarz eserlerin hâlâ örnek alınabilirliği güncelliğini korumaktadır. Sade dil kullanımı, sistematik kurgusu ve edebî zevki koruma kaygısı, bu eserin yalnızca dönemsel bir araç olmadığını, kalıcı bir metodolojik değer taşıdığını göstermektedir.

Mecânu'l-edeb'in bu yönüyle sadece seçme metinlerden ibaret olmadığı, aynı zamanda okuyucunun dil ve edebiyat algısını derinleştirmeye yönelik özel bir amaç taşıdığı anlaşılmaktadır. Nitekim müellif eserin mukaddime kısmında, içinde çeşitli edebî türlerden örnekler, nazım ve nesir alanlarında seçkin sözler ve ifadenin zarafetini ortaya koyan tatlı ifadeler bulunduğunu; bu yönüyle metinlerin kalbe hitap eden bir üslupla kaleme alındığını özellikle vurgular (Şeyho, 1913). Şeyho'nun amacı, yalnızca bilgi vermek değil; aynı zamanda okuru estetik bir yolculuğa çıkararak, Arap dilinin güzellikleriyle buluşturmaktır. Bu yönüyle eser, yalnızca bir kaynak metin değil; aynı zamanda bir edebî rehber, bir dil ustalığı gösterisi olarak da değerlendirilmelidir.

Tüm bu tartışmalar ışığında, *Mecânu'l-edeb*'in edebî açıdan taşıdığı değerin yanı sıra, yöntemi ve içeriği bakımından da dikkate değer bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Müellifin ifadeleriyle, eser daha önce hiçbir kitapta benzeri görülmemiş bir yöntemle kaleme alınmıştır. Eserde kullanılan kelimeler dikkatle seçilmiş, fasih, anlam yönünden uyumlu, anlatım yönünden düzgün bir şekilde metinler bir araya getirilmiştir (Şeyho, 1913). Şeyho, eski âlimlerin eserlerinden en çarpıcı ve öğretici bölümleri seçerek, didaktik bir çerçevede sunmayı amaçlamıştır. Bu noktada metinler arasında tematik bir bütünlük kurulmuş, öğrenci seviyesine uygun yapılandırma esas alınmıştır.

Metin seçimi sürecinde müellifin gösterdiği titizlik dikkat çekicidir. En basit düzeyden en ileri seviyeye kadar tüm öğrenme aşamalarını kapsayan bir yapı oluşturulması hem başlangıç seviyesindeki okuyucular hem de ileri düzeydeki araştırmacılar için uygun bir okuma alanı sağlanmıştır. Ne nazımda ne de nesirde abartıya kaçılmamış; her okuyucunun istifade

edebileceği dengeli bir anlatım tercih edilmiştir (Şeyho, 1913). Şeyho, bu derlemede yalnızca içerik aktarımıyla yetinmemiş; cümle yapılarına, söz sanatlarına, anlatım biçimlerine de özen göstermiştir. Ayrıca metnin didaktik yönünün yanı sıra estetik ve edebî boyutu da korunmuştur.

Son tahlilde, *Mecânu'l-edeb* hem içerdiği metinlerin değeri hem de onların sunuluş biçimi bakımından Arap edebiyatı tarihinde müstesna bir yere sahiptir. Gerek eğitimsel gerek estetik yönüyle bu eser, yalnızca Şeyho'nun ilmî birikimini değil; aynı zamanda klasik Arap edebiyatının çağdaş okurla buluşturulmasında oynadığı dönüştürücü rolü de ortaya koymaktadır. Bu bağlamda eser, hem dönemi için yenilikçi bir anlayışın ürünü olmuş, hem de bugünün okuyucusu için hâlâ geçerliliğini koruyan evrensel nitelikler taşımaktadır.

SONUÇ

Çalışmamız, Luvîs Şeyho'nun hayatı, ilmî yönü ve *"Mecânî'l-Edeb"* adlı eseri etrafında şekillenerek, bu metnin Arap edebiyatındaki yerini belirlemeye yönelik bir değerlendirme sunmuştur. Eserin altı ciltlik yapısı, içerdiği konu başlıkları, kullanılan kaynaklar ve dilsel tercihler göz önünde bulundurulduğunda, yalnızca bir edebiyat antolojisi değil; Arap dilinin eğitimi ve ahlakî değerlerin aktarımı açısından da önemli bir kaynak olduğu görülmektedir. Seçilen metinlerin eğitsel amaca hizmet edecek biçimde sıralanması, anlaşılır ve edebî yönü kuvvetli dil kullanımı, Şeyho'nun yalnızca derleyici değil aynı zamanda yönlendirici bir müellif olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle *Mecânî'l-Edeb,* hem klasik kaynaklardan beslenen hem de modern eğitim anlayışına hitap eden bir köprü vazifesi görmektedir. Sonuç olarak bu çalışma, Şeyho'nun edebiyat sahasındaki katkılarını ortaya koyarken, *Mecânî'l-Edeb*'in şekil, içerik ve işlev bakımından taşıdığı özgün nitelikleri de görünür kılmayı amaçlamıştır.

KAYNAKÇA

Abbûd, Mârûn. *Ruvvâdu'n-nehdati'l-hadîse*, Beyrut: Dâru'l-İlm Li'l-Melâyîn, 1952.

Ayyıldız, Esat. "Mehmet Âkif Ersoy'un 'Hasbihâl' Adlı Makalesindeki Arapça Öğretimine Dair Görüşleri", *Kabulünün 101. Yılında İstiklal Marşı ve Milli Şairimiz Mehmed Âkif Ersoy 2. Uluslar arası Sempozyumu*, (İstanbul: Mart, 2022).

ed-Dâğir, Yûsuf Esʿad. *Mesâdiru'd-dirâsati'l-edebiyye*, Sayda: Matbaatu Deyru'l-Muhlis, 1983.

el-Fâhûrî, Hannâ. *El-Câmiʿ fî târîhi'l-edebi'l-Arabî: el-Edebu'l-hadîs*, Beyrut: Dârû'l-Cîl, 1986.

Kehhâle, Umer Rıza. *Muʿcemu'l-Muellifîn*, Dımeşk: Matbaatu't-Terakkî, 1958.

Kurd Ali, Muhammed. *el-Muʻâsirûn*, Dimaşk: Mecmaʻu'l-Lugati'l-ʻArabiyye, 1980.

Serkîs, Yûsuf b. İlyân b. Mûsâ. *Muʿcemu'l-matbûati'l-Arabiyye ve'l-muarrebe,* Kahire: Matbaatu Serkîs, 1928.

Şeyho, Luvîs. *Mecâni'l-edeb fî hadâiki'l-Arab*, Beyrut: Matbaatu'l-âbâi'l-Yesûiyyîn, 1913.

Tülücü, Süleyman. "*Luvîs ŞEYHO*". DİA. c. 39, İstanbul, ss. 86-88, 2010.

ez-Ziriklî, Hayruddîn. *el-Aʻlâm*, 15. baskı, b.y.: Dâru'l-ʻilm li'l-melâyîn, 2002.

CLASSIFICATION OF SIGN LANGUAGE GESTURES USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS AND CHI-SQUARE FEATURE SELECTION METHOD

Narin ASLAN

Firat University Faculty of Technology, Department of Mechatronic Engineering, 23200, Elazig/Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7609-1557

Memet TÜRKER

Firat University Faculty of Technology, Department of Mechatronic Engineering, 23200, Elazig/Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-7406-6673

Fatih Alperen KAPLAN

Firat University Faculty of Technology, Department of Mechatronic Engineering, 23200, Elazig/Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004- 5553-1981

Gonca ÖZMEN KOCA

Firat University Faculty of Technology, Department of Mechatronic Engineering, 23200, Elazig/Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1750-8479

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Communication is of vital importance in terms of organizing individual and social life and the mutual transfer of emotions, thoughts and information. Hearing-impaired people experience inequality and exclusion in many areas from education to employment due to the inability to communicate verbally through natural means. The aim of this study is to increase the classification performance and develop a more efficient sign language recognition system by performing feature selection with Principal Component Analysis (PCA) and Chi-Square (Chi-2) test on a high-dimensional dataset obtained from sign language movements.

Materials and Methods: Electromyography (sEMG) signals are collected with the analog surface EMG muscle potential measurement sensor we developed. Two-class data are collected by three volunteers making “Hello” and “OK” signs with sign language. These signs made with one hand are repeated forty times. In addition, 7 data points are taken for each class during the measurement, including acceleration and angular velocity values for x, y, and z angles and sEMG signal values. PCA and chi-squared test methods are used for the feature selection method.

Results: Selected feature are classified in three different classification methods as Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN) and Tree. Although PCA+SVM method

has an accuracy value of 97.63%, in PCA+KNN method, accuracy value is calculated as 97.21%. Although the lowest accuracy value is observed as 96.32% in PCA+Tree method. In Chi-Square + KNN method, accuracy 98.18% values. In Chi-Square+Tree methods accuracy value is calculated as 96.45%. These findings show that appropriate feature selection and classification algorithm combinations can significantly increase the performance in sign language recognition systems.

Keywords: sEMG Signal; Sign Language Recognition; Feature Selection; Biomedical Signal Processing; Classification and Machine learning.

INTRODUCTION

Sign language is one of the basic tools that allow individuals with underdeveloped speech and hearing abilities to communicate with others. The ability of these individuals to participate in social life without obstacles is one of the basic requirements of a modern society. The biggest problem faced by individuals with speech impairments is that they cannot communicate healthily with society. The main reason for this situation is that sign language is not known or understood sufficiently by a large part of society (Krizhevsky et al., 2012). Therefore, the lack of technological systems that will facilitate the lives of individuals with disabilities is felt as a serious need at the social level (Saif et al., 2022). Scientific studies on the interpretation of sign language and hand movements have been included in the literature on this subject. Literature studies on this subject are summarized below:

Wang et al. (Wang et al., 2020) developed a system called DeepSLR that converts sign language into speech. This system detects arm and finger movements using two armbands with IMU sensors and multi-channel sEMG sensors. In continuous sentence recognition, it achieves an average word error rate of 10.8% and can recognize a four-word sign sentence in less than 1.1 seconds. Pereira et al. (Pereira-Montiel et al., 2022) developed a sign language recognition system based on sEMG and accelerometer data. They segmented the sEMG and accelerometer signals using a multi-objective optimization methodology, then classified them using the SVM technique. By applying the grid search method for hyper-parameter tuning, they successfully classified 12 signs in Colombian Sign Language with an accuracy of 96.66%. Saif et al. (Saif et al., 2022) developed an Italian Sign Language recognition system. They collected data using EMG sensors via the Myo armband and applied a 10-fold cross-validation method for machine learning, achieving an accuracy rate of 93.5%. Gu et al. (Gu et al., 2022) developed a new American Sign Language translation system. They used inertial sensors to capture signs and surface electromyography (sEMG) sensors to detect facial expressions. For feature extraction, they applied ESA. Subsequently, they employed the Long Short-Term Memory (LSTM) method to translate input signals into text sentences. The LSTM system achieved a word translation error rate of 7.74% and a sentence translation error rate of 4.22%. Özdemir et al. (Özdemir et al., 2020) conducted a study with 30 participants, simulating seven different hand movements and measuring sEMG signals. They segmented these signals based on movement types and applied the Short-Time Fourier Transform method to generate spectrum images. These images were then trained using a 50-layer CNN architecture, Residual Networks (ResNet). The method achieved an accuracy rate of 99.59% for classifying the seven distinct hand movements. In another study, Sevli and Kemaloğlu (2020) classified a dataset of 2,062 images containing Turkish Sign Language numerals using an ESA model. To reduce network error during training, they optimized parameters such as the learning rate. They compared four different training and testing processes using SGD, RMSprop, Adam, and Adamax optimization

tools. Adam, known for its high performance, achieved a training accuracy of 98.42% and a test accuracy of 98.55%. Karacı et al. (Karacı et al., 2021) collected hand and arm motion data using Leap Motion sensors. They extracted features such as finger-to-finger, finger-to-palm, finger-to-wrist, palm-to-palm, and wrist-to-wrist distances using the Euclidean distance method. The data was then trained using individual classifiers, including Logistic Regression (LR), K-Nearest Neighbors (KNN), Random Forest (RF), Deep Neural Networks (DNN), and Artificial Neural Networks (ANN). Finally, the Two Step Voting method was applied, achieving an accuracy of 98.97%. Seddiqi et al. (Seddiqi et al., 2020) utilized sEMG signals as the first step in classifying static hand signs in Turkish Sign Language. They then applied a Sliding Window-Based method to extract features from these signals. Finally, they classified the data using a Random Forest classifier, achieving an accuracy of 54.2%.

In this study, a study was conducted to classify sEMG signals generated while 3 different individuals are making two different sign languages (*Hello* and *OK*). Firstly, Data are collected using experimental methods. Then, after the normalization process is applied to these data, feature selection is performed with PCA and Chi-2 methods. These selected features are classified by applying SVM, KNN, and Tree classification methods.

MATERIAL and METHODS

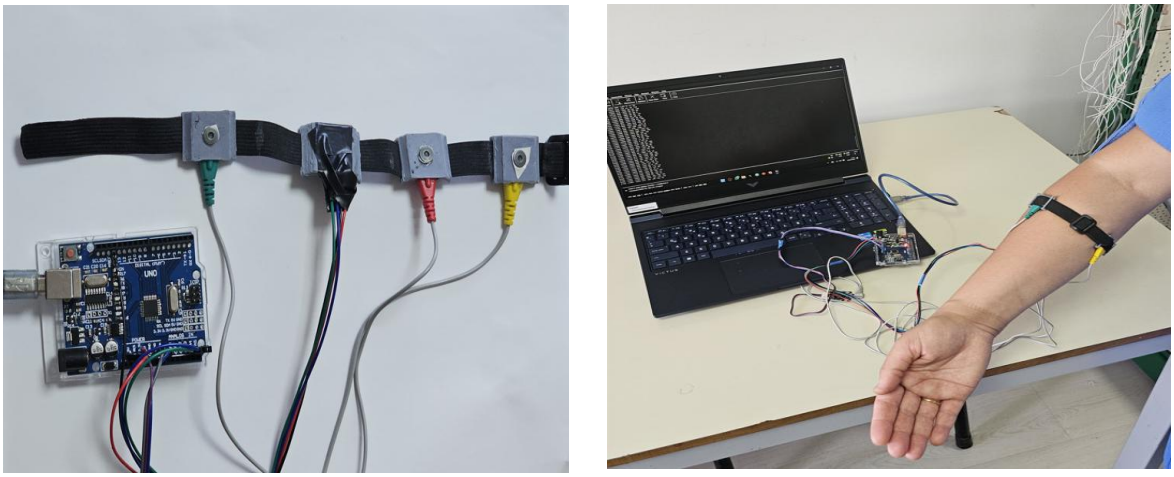
Material

In this study, multiple sensor modules are used to simultaneously collect surface electromyography (sEMG) signals related to muscle activity and acceleration/gyro data corresponding to the spatial position of the arm for the analysis of human upper extremity movements. Table 1 below contains information about the sensors to be used in the study.

Table 1: Sensors and microcontrollers used in collecting sEMG signal.

Sensor/Microcontroller	Sensor Features	Purpose of Use
Analog EMG muscle potential measurement sensor (by OYMotion) SEN0240	3.3V-5V Input voltage 0-3V Output voltage 0〜50℃ Working temp. 3V Working voltage 22mm*35mm dimensions	The system will analyze detect EMG signals generated during hand movements.
MPU6050 acceleration sensor board	3.3V-5V Working voltage ±2, ±4, ±8, ±16 g angular accelerometer measuring range I2C Communication range 20.3mm X 15.6mm dimensions	The system will analyze variations in acceleration to accurately detect and characterize arm movements.

For the measurement of muscle activity, the Analog EMG muscle potential sensor (model SEN0240, OYMotion) is utilized. This sensor captures surface electromyography (sEMG) signals originating from human muscles and transduces them into analog electrical signals. It operates within an input voltage range of 3.3V to 5V, with a stable operating voltage of 3V. The output signal, varying between 0V and 3V, undergoes digitization through analog-to-digital converters (ADC) for subsequent processing. Due to its compact form factor (22mm × 35mm), the sensor is well-suited for seamless integration into constrained surface areas.



(a) (b)

Figure 1: (a) Connection between the sEMG sensor and Arduino; (b) Data acquisition with the sEMG sensor attached to the arm.

During the measurement process, the sensor is placed on the subject's forearm muscles, aligned parallel to the muscle fiber orientation. To minimize signal noise, electrode sites are cleaned with isopropyl alcohol prior to measurement, optimizing skin-electrode contact quality. Sensor placement is aligned parallel to the muscle fiber orientation on the subject's forearm muscles during the measurement process. Electrode sites are cleaned with isopropyl alcohol before measurement to minimize signal noise and optimize skin-electrode contact quality. The accelerometer provides data within measurement ranges of ±2g, ±4g, ±8g, and ±16g, while the gyroscope operates within angular velocity ranges of ±250°/s, ±500°/s, ±1000°/s, and ±2000°/s. This module, with dimensions of 20.3mm × 15.6mm, is integrated into the microcontroller unit via the I2C communication protocol. The MPU6050 sensor is positioned on the upper forearm of the subject, recording linear acceleration and angular velocity values during hand, wrist, and elbow movements. This setup enables the simultaneous acquisition of EMG signals along with data on the physical direction and acceleration of movement.

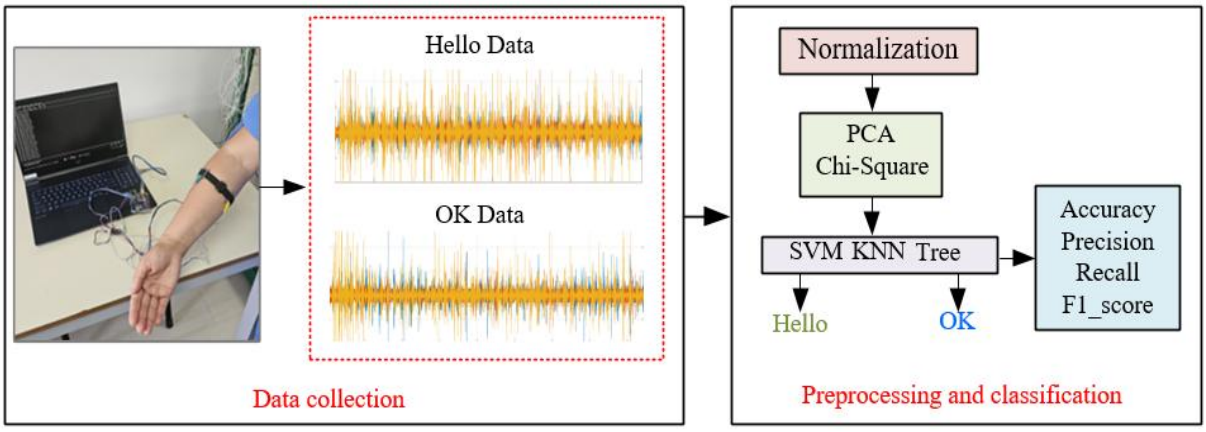
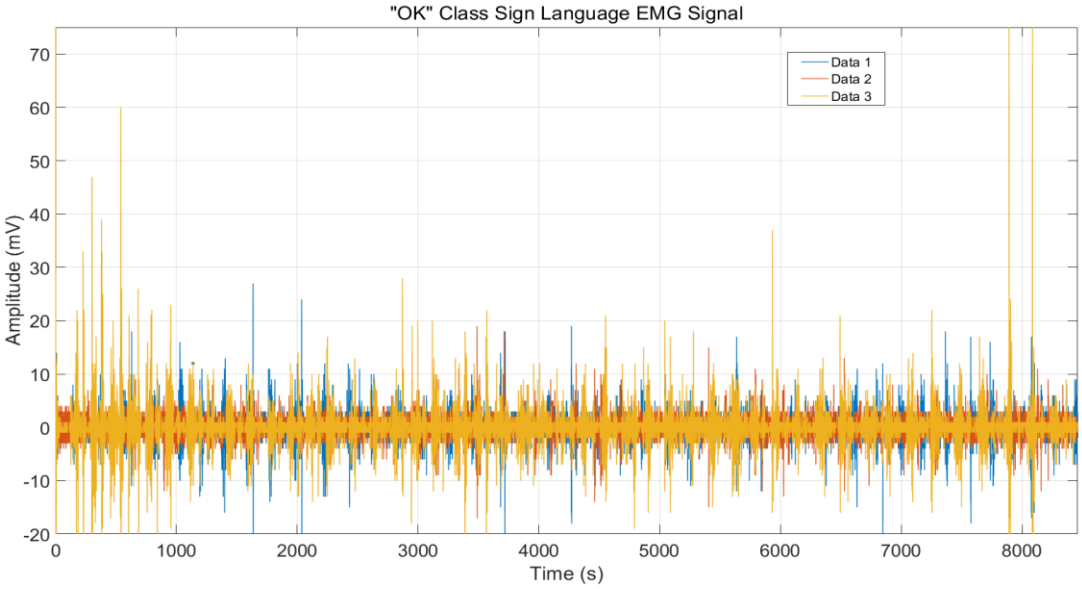


Figure 2: Flowchart of the analyses performed in the classification of sEMG signals.

Both sensor modules are connected to an Arduino-based microcontroller platform, and data from each sensor is recorded in a synchronized manner during the data acquisition process. Analog signals are read through the 10-bit ADC inputs of the Arduino, while digital data is transmitted to the computer via the serial port. The analysis was conducted using MATLAB

R2022a on a personal computer equipped with 16 GB of RAM and a 3.30 GHz processor. sEMG signal representations corresponding to the 'Hello' and 'OK' classes obtained from volunteers are presented in Figure 3.

(a)



(b)

Figure 3. EMG signal representations corresponding to the "Hello" (a) and "OK" (b) classes obtained from three volunteers.

Method

In this study, sEMG and accelerometer data are collected to enhance the performance of the sign language recognition system. Feature selection processes are applied to the resulting high-dimensional dataset. During data acquisition, sEMG signals are recorded from the arms of

volunteer subjects using a custom-developed analog EMG muscle potential measurement sensor. Simultaneously, a three-axis accelerometer and gyroscope sensors are employed to obtain acceleration and angular velocity data along the x, y, and z axes. A total of seven data channels are recorded for each sample.

Data Collection

The data used in this study is collected from one healthy female and two healthy male participants using an Analog sEMG sensor developed by DFROBOT. The sEMG sensor is a wireless wearable technology attached to the forearm. The device samples the recorded sEMG signals at a frequency of 40 Hz and transmits them to a PC via a wired connection. Similarly, three-axis accelerometer and three-axis gyroscope data are transmitted through the same method. Three volunteers performed the sign language gestures for "Hello" and "OK," generating a two-class dataset. Each word is repeated forty times using a single hand. Of the collected data**, 80% is used for training, while 20% is allocated for testing.**

Feature Extraction

Prior to analysis, normalization preprocessing steps are applied to the collected signals. To ensure more stable results for classification algorithms, feature selection is performed on the high-dimensional dataset using **Principal Component Analysis (PCA)** and the **Chi-Square test** (Liu & Yu, 2005).

- **Principal Component Analysis (PCA)**

PCA is a statistical dimensionality reduction technique used to represent correlated variables within a high-dimensional dataset as a smaller number of independent (orthogonal) components (Jolliffe & Cadima, 2016). This method aims to **preserve the maximum variance** within the data while minimizing information loss (Abdi & Williams, 2010).

– Before applying PCA, the data is usually normalized, that is, rescaled so that the mean of each feature is zero and its standard deviation is one:

$$x' = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad (1)$$

where, x; original feature value, μ; feature mean, σ: feature standard deviation.

From the normalized data, the covariance matrix is calculated, which measures the relationship between variables:

$$\sum = \frac{1}{n-1} X^T X \quad (2)$$

where, X; normalized data matrix (size n × d), X^T; transpose, n; number of samples, d: number of features.

– Eigenvalue decomposition of the covariance matrix is performed, and the following characteristic equation is obtained:

$$\sum \upsilon = \lambda \nu \quad (3)$$

herein, λ; eigenvalue, υ; is the eigenvector.

The eigenvalues are sorted from largest to smallest. The first κ eigenvector with the highest eigenvalue is selected to create a new projection matrix W. Components that explain 90–95%

of the total variance are usually selected. The original data is transformed into new components to obtain a reduced-dimensional data matrix:

$$Z=X*W \quad (4)$$

here, Z; new data matrix (size n × κ), W; projection matrix (size d× κ).

- ***Chi-Square Test***

In machine learning, particularly in classification problems, some features in high-dimensional datasets may be redundant or irrelevant, which can negatively impact model accuracy. Therefore, feature selection is performed to identify the most meaningful attributes. The **Chi-Square test (χ^2)** is a statistical method used to measure the dependency between class labels and features, allowing for the selection of the most effective attributes (Liu & Yu, 2005). A high **χ^2 score** indicates that a feature strongly reflects class information. Initially, the data is converted into a categorical format, and a frequency table is generated.

$$E_i=\frac{(Total\ row_i).(Total\ column_j)}{N} \quad \textbf{(5)}$$

Here, E_{ij} ; is the expected value, O_{ij}; is the observed value.

The Chi-Square Test is calculated using Equation 6.

$$\chi^2=\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\frac{(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad \textbf{(6)}$$

here, r; is the number of rows in the frequency matrix, and c; is the number of columns in the frequency matrix. The features are ranked according to their χ^2 scores, and the most significant ones are selected.

RESULTS and DISCUSSION

In this study, EMG signals are collected using the custom-developed analog surface EMG muscle potential measurement sensor. Three volunteers performed sign language gestures for 'Hello' and 'OK,' generating a two-class dataset. Each word is repeated forty times using a single hand.

Additionally, during the measurement process, seven data points are collected for each class, including acceleration and angular velocity values for the x, y, and z axes, as well as EMG signal values. A total of 1680 data samples are used in the study. Feature selection is performed using **PCA** and the **Chi-2 test**. Subsequently, the selected features are classified using these methods. **Table 2** presents the analysis results of the study.

Table 2: Classification performance results of PCA and Chi-Square feature selection methods.

Method	Accuracy(%)	Precision(%)	Recall(%)	F_1 score(%)
PCA + SVM	97.63	95.18	99.56	97.53
PCA + KNN	97.21	97.16	97.0	97.46
PCA + Tree	96.32	97.20	94.73	96.06
Chi-2 + SVM	98.22	96.34	99.63	98.13
Chi-2 + KNN	98.18	97.50	98.73	98.11
Chi-2 + Tree	96.45	97.40	94.93	96.15

Two different feature selection methods, **PCA** and **Chi-Square test**, are used in this study. These selected features are classified using three different classification methods: SVM, KNN, and Tree classifiers are employed in the study. The PCA+SVM approach achieved an **accuracy rate of 97.63%**, though it yielded the **lowest precision value** among the classification methods,

recorded at **95.18%**. The **recall** and **F_1 score** values are calculated as **99.56%** and **97.53%**, respectively. In the **PCA+KNN** method, the **accuracy, precision, recall, and F_1 score** values are determined as **97.21%**, **97.16%**, **97%**, and **97.46%**, respectively. In the PCA + Tree method, the lowest observed accuracy is **96.32%**; however, the **precision, recall, and F_1 score** are **97.20%**, **94.7 3%**, and **96.06%**, respectively. For the **Chi-Square + KNN** method, the accuracy, precision, recall, and F_1 score are **98.18%**, **97.50%**, **98.73%**, and **98.11%**, respectively. In the **Chi-Square + Tree** approach, the accuracy, precision, recall, and F_1 score are calculated as **96.45%**, **97.40%**, **94.93%**, and **96.15%**, respectively. As a result of the analysis, the **highest classification performance** is achieved using the **Chi-Square feature selection method with SVM**, yielding an **accuracy of 98.22%**, **precision of 96.34%**, **recall of 99.63%**, and an **F_1 score of 98.13%**. Figure 4 shows the comparative bar chart created according to the performance criteria of the methods.

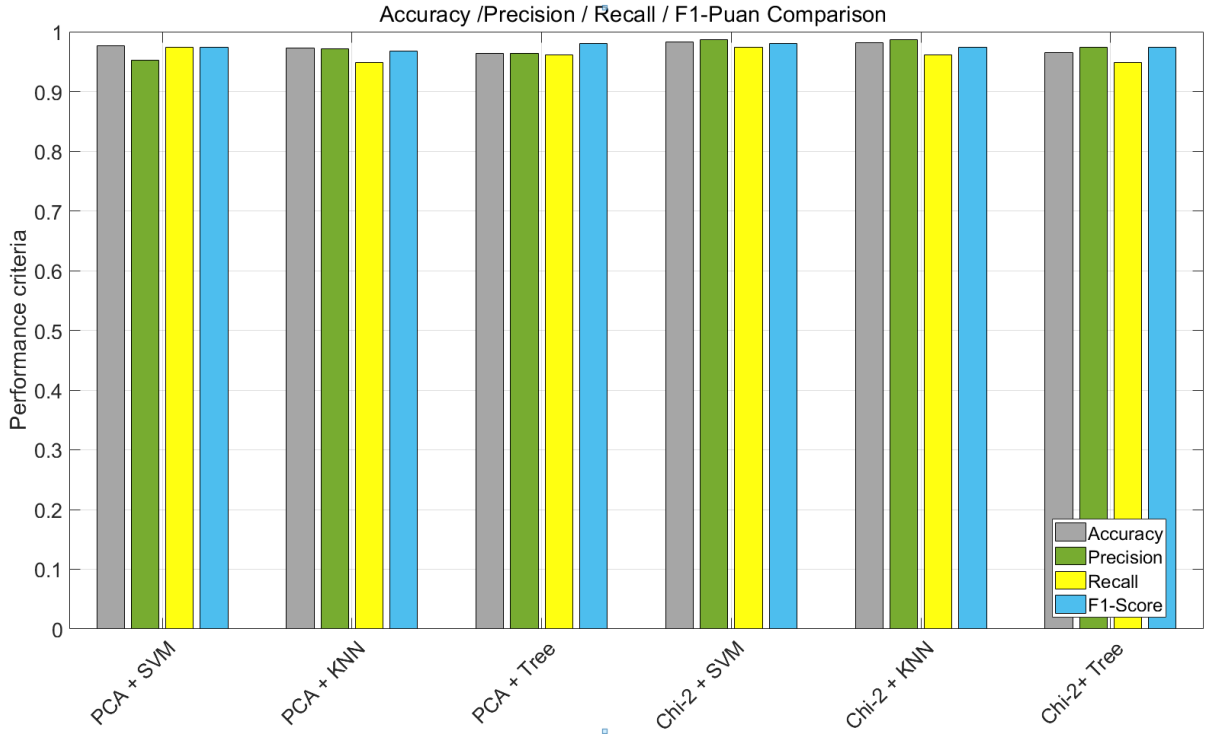


Figure 4: Comparative bar chart created according to the performance criteria of the methods.

The highest classification accuracy is attained using the Chi-Square + SVM method. Notably, the Chi-Square + K-NN approach yielded the highest precision value among all tested classifiers, highlighting its effectiveness in minimizing false positives.

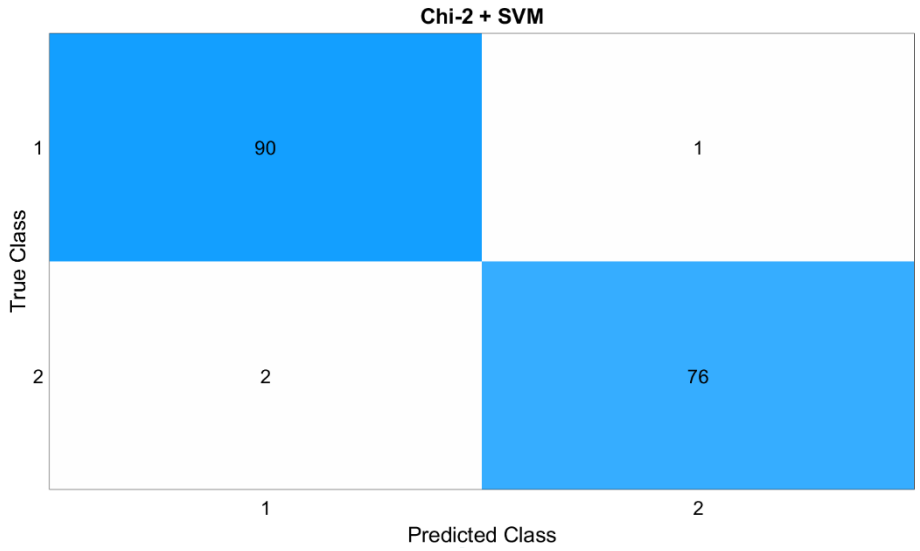


Figure 5: Confusion matrix obtained for Chi-2 + SVM method. * Class 1: Hello, Class 2: OK.

– In the Chi-2 SVM method, the top left entry of the confusion matrix (1,1) indicates that 90 samples from Class 1 (*Hello*) are correctly identified as Class 1 and represents the number of true positives (TP) for Hello classification.

– The bottom right entry of the confusion matrix (2,2) indicates that 76 samples from Class 2 (*OK*) are correctly identified as Class 2 and represents the number of true negatives (TN) for the *OK* category.

– The top right entry in the confusion matrix (1,2) indicates that 1 sample from Class 1 (*Hello*) is misclassified as Class 2 (*OK*) and represents the number of false positives (FP) for the Hello category.

– The bottom left entry in the confusion matrix (2,1) indicates that 2 samples from Class 2 (*OK*) are misclassified as Class 1 (*Hello*) and represents the number of false negatives (FN) for the *OK* category.

4. CONCLUSION

In this study, 2-class sign language signs obtained from 3 volunteers are classified with the developed analog EMG sensor device. First, the normalization process is applied to the raw sEMG signals. Then, significant features are extracted with PCA and the chi-squared feature extraction method. These extracted features are classified using SVM, KNN, and Tree classification methods. As a result of the analysis, the highest is observed in the Chi-2+ SVM method. The study will be developed with different machine learning methods using more sign language signs.

Acknowledgements: This research was supported by 2209-A TUBITAK project titled "Deep Learning Approach in sEMG Based Sign Language Translation Classification". We thank because of the financial support.

REFERENCES

Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4), 433–459.

Gu, Y., Zheng, C., Todoh, M., & Zha, F. (2022). American sign Language translation using wearable inertial and electromyography sensors for tracking hand movements and facial expressions. Frontiers in Neuroscience, 16, 962141.

Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065), 20150202.

Karacı, A., Akyol, K., & Turut, M. U. (2021). Real-Time Turkish Sign Language Recognition Using Cascade VotingApproach with Handcrafted Features. Applied Computer Systems, 26(1), 12-21.

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional NeuralNetworks. In Advances in Neural Information Processing Systems. Curran Associates, Inc. Doi: 10.1145/3065386.

Liu, H., & Yu, L. (2005). Toward integrating feature selection algorithms for classification and clustering. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 17(4), 491–502.

Ozdemir, M. A., Kisa, D. H., Guren, O., Onan, A., & Akan, A. (2020, November). EMG based hand gesture recognition using deep learning. In 2020 Medical Technologies Congress (TIPTEKNO) (pp. 1-4). IEEE.

Pereira-Montiel, E., Pérez-Giraldo, E., Mazo, J., Orrego-Metaute, D., Delgado-Trejos, E., Cuesta-Frau, D., & Murillo-Escobar, J. (2022). Automatic sign language recognition based on accelerometry and surface electromyography signals: A study for Colombian sign language. Biomedical Signal Processing and Control, 71, 103201.

Saif, R., Ahmad, M., Naqvi, S. Z. H., Aziz, S., Khan, M. U., & Faraz, M. (2022, September). Multi-channel EMG signal analysis for italian sign language interpretation. In 2022 International Conference on Emerging Trends in Smart Technologies (ICETST) (pp. 1-5). IEEE.

Sevli, O., & Kemaloğlu, N. (2020). Turkish sign language digits classification with CNN using different optimizers. International Advanced Researches and Engineering Journal, 4(3), 200-207.

Seddiqi, M., Kivrak, H., & Kose, H. (2020, October). Recognition of turkish sign language (TID) using sEMG sensor. In 2020 innovations in intelligent systems and applications conference (ASYU) (pp. 1-6). IEEE.

Saif, R., Ahmad, M., Naqvi, S. Z. H., Aziz, S., Khan, M. U., & Faraz, M. (2022). Multi-channel EMG signal analysisfor Italian sign language interpretation. In 2022 International Conference on Emerging Trends in SmartTechnologies (ICETST), 1-5. IEEE

Wang, Z., Zhao, T., Ma, J., Chen, H., Liu, K., Shao, H., ... & Ren, J. (2020). Hear sign language: A real-time end-to-end sign language recognition system. IEEE Transactions on Mobile Computing, 21(7), 2398-2410.

KEDİ CORONA VIRÜS ENFEKSİYONU VE TEDAVİDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

CAT CORONAVIRUS INFECTION AND CURRENT APPROACHES IN TREATMENT

Nurperi KESKİN

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü,

Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Çalıştığı yer; Ankara Büyükşehir Belediyesi Sincan Hayvanat Bahçesi

ORCID ID: 0009-0007-0023-0366

ÖZET

Feline Enfeksiyöz Peritonitis (FIP), kedilerde Feline Coronavirus (FCoV) enfeksiyonunun mutasyona uğramış bir formunun neden olduğu, ölümcül seyreden sistemik bir hastalıktır. FCoV genellikle hafif seyirli, gastrointestinal belirtilerle karakterize iken; bazı bireylerde virüs makrofajlarda çoğalacak şekilde mutasyona uğrayarak FIP'e yol açar. Bu durum, şiddetli immün yanıtların ve çoklu organ tutulumlarının gelişmesiyle sonuçlanır.

FIP iki klinik formda görülür: **efüzyonlu (ıslak) form**, abdominal veya torasik boşluklarda proteinli sıvı birikimiyle karakterizedir. **Efüzyonsuz (kuru) form** ise fokal granülomatöz lezyonlar, nörolojik ve/veya oküler belirtilerle seyreder. Klinik bulgular özgül değildir ve tanı genellikle diğer hastalıkların dışlanması ve ileri laboratuvar testlerinin kombinasyonu ile konur.

Tanı sürecinde tam kan sayımı, biyokimya paneli, albumin/ globulin oranı, sıvı analizleri, RT-PCR ve immunohistokimya gibi yöntemler kullanılmaktadır. Özellikle RT-PCR ile FIP-spesifik mutasyonların tespiti, tanıda önemli bir ilerleme sağlamıştır.

Uzun yıllar boyunca FIP tedavisinde sadece destekleyici bakım uygulanabiliyordu. Ancak son dönemde antiviral ilaç GS-441524'nin kullanımı ile hastalığın tedavisinde önemli başarılar elde edilmiştir. Bu nükleozid analoğu, viral replikasyonu engelleyerek semptomların gerilemesini sağlar. Her ne kadar birçok ülkede ruhsatlı olmasa da, klinik olarak olumlu geri bildirimler alınmaktadır. Tedavi süresinin, dozun ve ilacın temininin dikkatle yönetilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, FIP hala zor tanı konulan ve yüksek mortaliteli bir hastalık olmasına rağmen, moleküler tanı yöntemleri ve antiviral tedavilerle birlikte klinik seyri olumlu yönde değişmektedir. Hastalığın önlenmesi için çok kedili ortamlarda hijyen, stresin azaltılması ve enfekte bireylerin ayrılması gibi sürü yönetimi stratejileri büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: FIP, kedi koronavirüsü, GS-441524, tanı, antiviral tedavi

ABSTRACT

Feline Infectious Peritonitis (FIP) is a fatal systemic disease in cats caused by a mutated form of Feline Coronavirus (FCoV). While FCoV is typically associated with mild gastrointestinal symptoms, in some cats it undergoes internal mutations that enable replication within

macrophages, leading to severe immune-mediated systemic inflammation and multi-organ involvement.

FIP presents in two clinical forms: the **effusive (wet) form**, characterized by the accumulation of protein-rich fluid in the abdominal or thoracic cavities; and the **non-effusive (dry) form**, which involves granulomatous lesions affecting various organs, often accompanied by neurological and/or ocular symptoms. Clinical signs are often nonspecific, and diagnosis requires a combination of clinical evaluation, exclusion of differential diagnoses, and advanced laboratory testing.

Diagnostic methods include complete blood count, serum biochemistry, albumin/globulin (A/G) ratio, effusion analysis, RT-PCR, and immunohistochemistry. Recent advancements, particularly the detection of FIP-specific mutations via RT-PCR, have significantly improved diagnostic accuracy.

For many years, treatment options for FIP were limited to supportive care, with a poor prognosis. However, the recent use of the antiviral compound GS-441524 has shown promising clinical results. This nucleoside analog inhibits viral replication, leading to symptom resolution and improved survival rates. Despite the lack of official approval in many countries, its clinical application has yielded positive outcomes. Treatment protocols must be carefully managed in terms of dosage, duration, and drug sourcing.

In conclusion, although FIP remains a challenging and often fatal disease, improvements in molecular diagnostics and the emergence of antiviral therapies have considerably shifted the clinical outlook. Preventative strategies, particularly in multi-cat environments, including good hygiene practices, stress reduction, and isolation of infected individuals, remain critical components in FIP control.

Keywords: FIP, Feline Coronavirus, GS-441524, diagnosis, antiviral therapy

GİRİŞ KONU KAPSAMI ve LİTERATÜR ÖZETİ

Feline enfeksiyöz peritonitis (FIP) her yaştaki kedilerde görülebilen, subakut veya kronik seyirli genelde ölümle sonuçlanan viral bir hastalıktır. Efüzyonlu (ıslak) ve efüzyonsuz (kuru) formları bilinmektedir. FIP'in kuru formu yaygın oküler değişikliklerle ilişkilidir. Bitkinlik, asites, lenfopeni veya iç organlarda granulomatöz ile karakterize bir virüs hastalığıdır. Hastalık sporadik veya kedi barınaklarında endemik olarak seyreder. Son zamanlarda GS-441524 ilacı ile FIP' li kediler tedavi edilebilmektedirler.

Kedi enfeksiyöz peritonitisi (FIP); dünya çapında büyük bir yayılım gösteren kedi koronavirüs (FCoV)'unun sebep olduğu, pek çok yönüyle iyi bilinen ve tanınan, virüs ya da viral antijen, antiviral antikorlar ve komplement oluşumunu içeren immun kompleks ve sistemik bir kedi hastalığıdır.

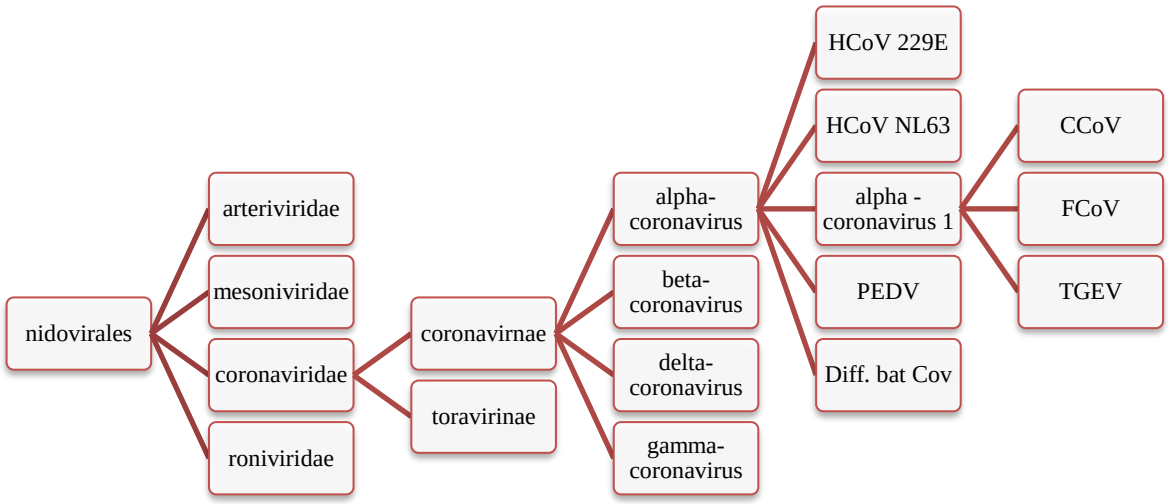
Vücut boşluklarında proteinden zengin efüzyonun eşlik ettiği fibrinöz-granülomatöz serozitis, granülomatöz-nekrotik flebitis, periflebitis ve birçok organda oluşan granülomatöz yangısal lezyonlarla karekterizedir . FIP, evcil ve vahşi kedilerde kronik, progresif ve genellikle ölümcül seyreden, patogenezinde Arthus tipi immun aracılı reaksiyonların rol aldığı bir hastalıktır.

Coronavirüslar; insan ve birçok hayvan türünde, sindirim sistemi başta olmak üzere solunum sistemi, dolaşım sistemi gibi farklı sistemlerde enfeksiyon meydana getirebilen ya da jeneralize enfeksiyon sonrası tüm organizmada kalıcı hasarlara neden olabilen enfeksiyöz ajanlardandır. Kedilerde Feline Coronavirus (FCoV) enfeksiyonu ilk kez 1940'lı yıllarda Nepal'de Bonaduce

(1942) tarafından tespit edilmiş, 1963 yılında Holzworth tarafından 'kedilerin önemli bir hastalığı' olarak tanımlanmıştır. Etken, "virüs benzeri partikül" olarak 1971'de Hardy ve ark. (Barnett, 1993) tarafından elektron mikroskobik olarak gösterilmiş; Montali ve Strandberg (1972) ise hastalığın kuru ve yaş formu olarak iki formu olduğunu bildirmiştir. FCoV'ların dünyadaki evcil ve vahşi kedilerde yaygın olan, sindirim kanalında bulunan apatojen formu olarak tanımlanan Feline Enterik Corona Virus (FECV), organizmayı diğer antijenlere (Feline Herpes Virus, Feline Calicivirus, Feline Leukemia Virus, Feline Immunodeficiency Virus, çeşitli bakteriyel etkenlervb.) karşı duyarlı hale getirmektedir. Hastalığın 1960'lardan sonra artan insidensi ve yeni tanısal tekniklerin gelişmesine paralel olarak araştırmacılar; Coronavirusların hızlı adaptasyon ve mutasyon kabiliyetleri doğrultusunda, FECV'tan mutasyonla oluşan ve ölümcül sistemik bir enfeksiyona neden olan Feline Infectious Peritonitis Virusu (FIPV) tanımlamışlardır. Bu hastalığın seyrinde birçok faktörün yanı sıra immun sistemin de etkili olduğubilinmektedir. Enfeksiyonun semptoma dayalı isminin verilmesine neden olan FIPV'unun coğrafik olarak da değişiklik gösterip göstermediğine yönelik araştırmalara zemin hazırlayan genomik karakterizasyon çalışmaları, hastalığın patogenezine ışık tutucu bilgilerin kazanılmasına yardımcı olmuştur. Günümüzde FCoV'ların tam genomuna yönelik sekanslar tanımlanmıştır. Yapılan bu çalışmalarda FCoV'ların genomunda mutasyonlardan oldukça az etkilenen korunaklı bölgeler olduğu saptanmıştır. Ancak FCoV'ta bu bölgelerde oluşacak mutasyonlar; enfeksiyonun seyrinde (patogenetik) veya virusun antijenik karakterinde (filogenetik) değişikliklere sebep olabilmektedir (İleri, 2013).

ETİYOLOJİ

Kedilerin enfeksiyöz peritonitisi (FIP) kedi coronaviruslerinin (FCoV) nedenolduğu bir enfeksiyondur. Büyük RNA genomuna sahiptirler. Düşük virulensli FECV (Feline enterik corona virus) hafif ishale, FECV' un mutantı olduğu düşünülen yüksek virülensli suşlarıda letal FIPV (Feline enfeksiyöz peritonit virus)'e neden olurlar. Kedi koronavirus (FCoV)'leri Nidovirales takımının Coronaviridae ailesinde bulunmaktadırlar ve köpek koronavirüs (CCoV) ve domuzların bulaşıcı gastroenteritis virus (TEGV)'ü ile birlikte Coronavirinae alttakımının, Alphacoronavirus cinsinin, Alphacoronavirus-1 türüne aittirler (Gonzales ve ark, 2003).



Şekil 1. Kedi koronaviruslerinin sınıflandırması (Kipar ve Meli, 2014).

Coronavirinae alt ailesindeki tüm virüsler gibi FCoV'ler de ısı, lipit çözücüler, non- iyojenik deterjan, formaldehit, oksitleyici ajanlar ve UV ışınlarına duyarlıdırlar (Thiel, 2007). Kedi koronavirüsünün viral yapısı, viral genomu içeren nükleokapsid ve dış zarftan oluşmuştur (Pedersen, 2009). Bu iki unsur virüs RNA'sının stabilizasyonunu sağlar ve korur (Masters ve Perlman, 2013). FCoV virionları bazen pleomorfizm gösterse de genellikle küreseldir ve 80-120nm (nanometre) büyüklüktedir. Yüzey çıkıntıları veya 12-24nm(nanometrelik) lik sivri uçları, virusa koronavirus isminin verilmesine sebep olan taç benzeri bir görünüm oluşturur (Barcena ve ark, 2009; Fehr ve Perlman, 2015). Dış zarfın içinde, viral genomu koruyan bir helikal simetrik nükleokapsid bulunur. Viral helikal nükleokapsid, 50 kDa (kilo dalton) ağırlığındaki RNA(Ribo Nükleid Asit) bağlayıcı N proteinin çoklu kopyalarından oluşur. Bu protein ise RNA'ya affinite gösteren fakat farklı mekanizmalar ile bunu gerçekleştiren iki farklı alandan oluşur (Chang ve ark, 2006; Hurst ve ark, 2009). Tek iplikli pozitif RNA (ssRNA) yaklaşık 29 kilobaz (KB) uzunluktadır (Masters ve Perlman, 2013; Kipar ve Meli, 2014). FCoV, 11 open reading frames (ORFs), 4 adet yapısal proteini; spike (S), zarf (E), membran (M) ve nükleokapsid (N), ayrıca 7 yapısal olmayan protein-aksesuar proteinleri 3a, 3b, 3c, 7a ve 7b 'yi kodlamakta; 1a ve 1b'yi replike etmektedir (Dye ve Siddell, 2005; Pedersen, 2009).

FCoV ile enfekte kediler tamamen sağlıklı kalabildikleri gibi FIP geliştiği de bildirilmektedir. FIPV taşıyan tüm kediler aynı zamanda FECV' da taşırlar, oysa FECV taşıyan tüm kedilerde FIP gelişmez.FIP'in bireylerdeki oluşumunu hangi faktörlerin desteklediği henüz bilinmemektedir. Bir teoriye göre çoğu kedi hastalığa neden olan düşük virulensli suşlarla enfekte olmakta fakat; virus replike oldukça hastalık daha patojen hale gelmektedir. Bir kedinin FCoV enfeksiyonuna vereceği yanıt, immun sistemi ve maruz kaldığı virus suşunun doğası tarafından belirlenir. FIP' e neden olan patojenik mutasyonlar genellikle viral replikasyon hızı çok yüksek bir seviyeye ulaştığında ortaya çıkar. Immunsupresif kedilerde viral replikasyon arttığı için daha sık görülür. Bunların yanında; çok genç ya da yaşlı kediler, immunsupresif hastalıklar, yapılan operasyonlar, aşırı kalabalık, stres v.b. sebeplere maruz kalanlar diğerlerine oranla daha fazla risk altındadırlar.Genetik faktörlerin de hastalığın oluşumunda etkin bir role sahip oldukları bilinmektedir. İran, Birman, Burmese ve Bengal kedileri gibi bazı ırklar ve bazı aileler FIP'e diğerlerinden daha fazla yakalanırlar (Aytuğ, 2012).

BULAŞMA

FCoV virusu FIPV ile enfekte kedilerin bütün ekstret ve sekretleri ile atılır. En önemli bulaşma kaynağı dışkı, en önemli bulaşma ise oronazal yoldandır. Virüs kloroform, ısı ve etere duyarlı olup, ph: 3' te inaktif hale geçer. Bazı FCoV suşları kuruluğa dirençlidirler, oda sıcaklığında 7 hafta canlı kaldıkları gibi indirekt olarak da bulaşmaya neden olurlar. İatrojenik bulaşma olabilir, İntrauterin bulaşma olmaz. Kedi yavruları 6-8 hafta maternal antikor tarafından FIPV enfeksiyonuna karşı korunurlar. Şayet kolostral antikorkonsantrasyonu düşükse enfeksiyon riski mevcuttur (Bilal 2007). FCoV hastalık oluşturmadan eritrositlerdeki varlığını sürdürür. Bu kediler dışkılarıyla virusü yayarlar, dışkı ve salyanın oral ve nasal dokulara teması ile enfeksiyon gerçekleşir.

PATOGENEZ

Virüs alındıktan 24 saat sonra farenks lenf düğümleri, tonsillller ve ince barsaklarda yerleşir. Enterosit' lerin yüzeyine yerleşen virüs hücrenin içine girerek sitoplazma ve hücre yıkımına sebep olur. Bazı kedilerde FCoV enterositlerden ayrılarak, dolaşımdaki monosit ve doku

makrofajlarını etkiler. Virusun makrofajlarda yayılması, çeşitli dokularda piyogranulomatöz lezyonlara neden olur. Kuru formdaki granulamatöz lezyonlar karın ve göğüs dışında, özellikle MSS ve gözlerde bulunur. Kedilerin ölümcül Arthus tipi bağışıklık reaksiyonu, FIP virüsü enfeksiyonu ile ilişkilidir(Schaer ve arkadaşları, 2019). Enfekte kedilerden iki ay kadar virüs yayılımı devam eder. Enterik enfeksiyonun bulaşmasında dışkı ve idrar kaplarının etkin olduğu düşünülmektedir. Çok kedili ortamlara giren hemen tüm kediler FCoV ile enfekte olurlar. FCoV partikülleri ağızdan alındıktan sonra 24 saat içinde tonsiller ve ince barsaklarda bulunabilirler. Bu kediler yaklaşık 1 haftada serolojik olarak pozitiftirler. Bunu takiben 14 gün içinde de sekum, kolon, mezenterik lenf nodülleri ve karaciğer enfekte olur, 2-4 hafta içinde FCoV' a karşı antikor oluşmaya başlar, enfekte kediler, 2 gün gibi kısa sürede dışkıları ile etkeni yaymaya başlarlar. Moleküler teknikler kullanılarak dışkı ile virüs yayılımının 10 aya kadar devam ettiği bildirilmiştir.

FCoV ile enfeksiyonu takiben 4 olası gelişim söz konusudur.

1. Bazı kedilerde virus mutasyona uğrar ve FIP' e neden olan farklı bir viruse dönüşür.
a. Bu kedilerin bazılarında hücre ilişkili immun yanıt gelişmez ve buna bağlı yaş FIP şekillenir.
b. Bazı kedilerde kısmi koruyucu hücresel bağışıklık gelişir ve buna bağlı kuru FIP şekillenir.
c. Bazı kedilerde tam bir hücresel yanıt gelişir ve bu yanıt enfeksiyonu hücresel immun yanıtın herhangi bir nedenle (yaşlılık, FeLV, FIV, kemoterapi) baskılandığı ana kadar engeller
2. Kediler FCoV ile geçici olarak enfekte olur, virüsü 2 -3 ay boyunca yayar, seropozitif hale gelir, virus yayılımı durur, seronegatif olur. Bu kediler tekrar enfeksiyona duyarlıdırlar.
3. Yaşam boyunca taşıyıcı ancak sağlıklıdırlar (% 13)
4. Çok az bir kısmı doğuştan dirençlidir (Aytuğ, 2012).

Ayrıca FIP' de virusun giriş yerive suşuna bağlı olarak, doğal veya deneysel enfeksiyonlarda iki farklı seyir görülür.

Bunlar;

1. Klasik peritonitis.
2. Granülomatöz hastalık şekli; enfeksiyondan sonra mononükleer hücreler enfekte olur. Bunlar damar sistemi vasıtasıyla seröz zarlara ve parenşimatöz organlara infiltre olurlar. Daha sonrabu enfekte büyük mononükleer hücrelere bütün lenforetiküler organlar ve lenf bezlerinde rastlanır. Yangı odakları birkaç günde nekroze olur ve fibrinöz değişiklikler meydana gelir. Patolojik anatomik olarak vücut boşluklarında serofibrinöz bir sıvı ve seröz zarlarda granulomatöz değişiklikler göze çarpar. Bunlara organ parenşimleri ve damarlarda da az veya çok rastlanır. Histolojik olarak da nötrofil granülositler dikkati çeker (Akça ve Burgu, 2013).

FIP' e neden olan virüsün birinci viremi döneminde hastalık ilerlemiştir ve sentral sinir sistemi dahil bütün sistemler etkilenir. Tüm sistemlerde virüs makrofajlar tarafından fagosite edilir ve hücresel bağışılık şekillenir. Hücresel ve humoral bağışıklık yetersiz ise FIP' in eksudatif formu oluşur. Sellüler ve humoral bağışıklık sonunda spesifik antikor oluşur ve virus inaktif olur. FIP hastalığında immunkompleks oluşumu kan damarlarında yıkım meydana getirir.

Coronavirüsler makrofaj sitoplazmasında saptanabilir. Ölmüş makrofajlar, kimyasal komplement bileşikleri ve diğer yangı ürünleri dokusal yıkım nedeni olarak kabul edilir. Enfekte makrofajlardaki interleukin-1 ve interleukin-6 yangısal olaylara katılarak vaskulit (kan damarlarının yangısı) meydana getirir. Damar duvarında oluşan yangısal değişiklikler

sonucunda pıhtılaşma faktörleri aktive olarak DIC (Dissemine intravasküler koagulopati) şekillenir. Vaskulitis ve perivaskulitis ile karakterize FIP formunun histopatolojik bakısında; nötrofil granulosit, lenfosit, plazma hücreleri ve damarlarda makrofajlara rastlanır. Damarlardaki lezyonlardan hücreden zengin serofibrinöz eksudat peritoneal boşluğa sızar ve burada toplanır. Bütün organ ve paranşim dokulardageneralize perivaskulitis, lenfosit ve plazma hücre infiltrasyonu meydana gelir. Benzer olgular visseral pleurada da meydana gelir. Granulamatöz karakterli FIP Olgularındada lenfosit ve plazma hücrelerinin toplanmasına bağlı perivaskulitis, granulamatöz yangı ve granulom oluşumu ön plandadır (Bilal, 2007).

HASTALIĞIN KLİNİK BULGULARI

Genç kedilerde, Abyssinnianlar' da, Bengaller'de, Birmanlar' da, Himalayanlar' da, Ragdollslar' da ve Rex' te hastalık daha fazla görülmektedir. Oküler bulgular ve prodromal sistemik bulgular ortaya çıkabilir. Oküler bulgular genellikle bilateraldir (Schaer ve arkadaşları, 2019). Klinik FIP hastalığı 6 aylık ve 5 yaşlı kedilerde, özellikle 6 aylık ve 2 yaşlı kedilerde sık görülür. Klinik bulgular kedinin immun durumu ve enfeksiyona maruz kalıp kalmadığı ile ilişkilidir. İnkubasyon süresi aylar ve yıllar boyunca sürebilir. Erişkin kedilerde FIP enfeksiyonu aylar hatta yıllarca süren kronik bir formda seyreder. Bu nedenle evden çıkmamış klinik belirtileri olan bir kedide anneden bulaşmış FIP söz konusu olabilir.

FIP iki formda görülür. Efüzif (yaş) form; peritonitis ve plöritis ya da her ikisi ile karakterize olabilir. Nonefüzif (kuru) form ise; lenf nödülleri, böbrekler, gözler ve merkezi sinir sistemi gibi organlarda granülamatoz lezyonlara neden olur.

Efüzif FIP,yaygın bir vaskülit ile karakterizedir. Vaskülüte bağlı proteinden ve fibrinden zengin sıvı, damar dışına sızar. Antikor titreleri efüzif FIP lezyonlarının gelişimi ile yükselir. Hücre kökenli immunite fagositik hücreler tarafından virus alınımını aktive ettiği için bu hastalıktan korunmada önemlidir. Kuru FIP' li kedilerde aralıklı ateş ve iştahsızlık uzun sürebilir. Klinik muayenede anterior üveitis, korioretinitis, böbreklerde düzensizlik, mesenterik lenf nodüllerinde büyüme ve karaciğer etkilenmesi halinde sarılık saptanabilir. Bazı kedilerde meningitis, ostrüktif hidrosefalus, ataksi, nistagmus,,reflekslerin kaybı, paraparesis ve vestibular ataksi gibi nörolojik belirti şekillenir (Aytuğ, 2012).

Bir kedide yaş ve kuru form aynı anda görülebilir. Canlı ağırlık artışında azalma, ateş, kalıcı dermatophytosis, sekonder olarak gelişen solunum sistemi hastalıkları, granulamatöz değişikliklere bağlı abdomen ve toraksta eksudat toplanması, organlar ve damarlarda değişiklikler, genel durum bozukluğu, kronik canlı ağırlık kaybı, burun akıntısı ve öksürük görülebilir. FIP' te oluşan asites, periton ve abdominal boşlukta şekillenmişse abdomen genişlemiş ve palpasyonda fluktasyon belirlenir. Radyolojik bakıda fazla sıvı toplanmış ve organ çeperleri belirgin değildir. Abdominal boşluktaki sıvı 1 litre kadar olabilir, ayrıca cavum pleura ve pericardiumda sıvı toplandığında kalp sesleri çok uzaktan gelir. Sentral sinir sistemi belirtileri gösteren kedilerin %60' ında eksudat toplanmaz. FIP hastalığında panuveitis tipik bir sendromdur. Ayrıca blepharospasmus, lacrimation, iris değişiklikleri, miyozis, iriste ödem, uveitis anterior' a bağlı olarak camera oculi anterior' da fibrinden zengin eksudat toplanması gibi patolojik değişiklikler gerçekleşir. Damar endotel hücrelerine makrofaj ve nötrofil granulositler sızarak ödem oluşur.

TANI

FIP hastalığının tanısında spesifik semptomların olmaması nedeniyle klinik belirtilerle teşhis koymak mümkün değildir. FIP' in efüsiv (yaş) formunun tanısı, kuru formdan daha kolaydır. Pleural ve peritoneal efüzyon geliştiğinde sıvının makroskobik ve mikroskobik muayenesi yaş FIP' te klinik tanı için yeterlidir. Kuru formun tanısında klinik tablo belirgin olmadığı için zordur. Hastalığın tüm bilgi ve verilerinin birlikte değerlendirilmesi gerekir. Hastanın yaşı, cinsiyeti, ırkı ve anamnez klinik tanıda büyük önem taşır.

HEMATOLOJİK VE SERUMBİYOKİMYASALBULGULAR

Tam kan sayımı ve biyokimyasal profil, FIP'in klinik yansımasının büyüklüğünü anlamada yardımcı olabilir. Hemogram/Lökogram profilinin FIP'li kedilerde sıklıkla değişime uğradığı ve olgulara göre kan parametrelerinin kendi içerisinde değişkenlik ya da tutarsızlık gösterdiği bilinmektedir. Lenfopeni, nötrofili, trombositopeni, hiperbilirübinemi ve aspartataminotransferaz (AST) değerinin artması gibi bozukluklar görülebilmektedir. Lökosit sayısında artış ya da azalma şekillenebilmektedir. Lenfopeni sıkça görülür fakat bu durum nötrofili ile beraber görüldüğünde 'stres lökogramı' olarak bilinmekle birlikte başka birçok hastalıkta da kendini gösterebilmektedir. Lenfosit değerleri değişmemiş hastalarda FIP görülme olasılığı çok düşüktür. Hafif şiddetten orta şiddete değişen rejeneratif olmayan anemi yaygın bir bulgudur. Bu bulgu başka bir kronik yangıda da gözlemlenebilmektedir.

Yaygın görülen bir başka laboratuvar bulgusu, total serum proteinkonsantrasyonundaki artıştır. Bu bulgu FIP'li kedilerin yaklaşık olarak %60'ında şekillenmektedir. Bu durum, spesifik antikor yanıtı, komplement varlığı ve dolaşımdaki immun kompleksler nedeniyle artmış serum globülin seviyeleri sonucunda oluşmaktadır. Bu artışın temel sebebi, gamaglobülinlerin artışıdır. Hiperglobülinemi, efüzyonlu kedilerin %50'sinde ve efüzyonsuz kedilerin %70'inde bulunmuştur.

Spesifik ya da spesifik olmayan karaciğer hastalıklarında hem albümin hem de globülin değerleri azalmaktadır. Bu nedenle bu parametrelerin değerlerinin tek başlarına yorumlanması yerine albümin-globülin oranının ortaya konarak değerlendirilmesi FIP teşhisinde total serum proteininin ya da gama globülin konsantrasyonunun bilinmesine kıyasla daha fazla öneme sahiptir. Bir çok çalışma, serum albümin-globülin oranının (A:G) yüksek diagnostik değere sahip olduğunu göstermiştir. Bu değer 0.8'in üzerindeyse FIP olasılığı oldukça düşüktür.

FIP'li kedilerde glomeruluslarda antijen bulunmadığını gösteren araştırmalara karşın, düşük albümin değerlerinin, immun kompleks birikimine bağlı oluşan glomerulonefropatiden ileri gelen protein kaybı ya da vaskülitis sırasında proteinden zengin sıvının damar dışına sızmasından kaynaklı olduğu öne sürülmüştür. Hem poliklonal hem de monoklonal hipergamaglobulinemi ile birlikte akut faz proteinlerinde bir artış da söz konusu olabilmektedir. Akut faz proteinleri(CRP) konsantrasyonları yangısal hastalıklara yanıt olarak artan ya da azalan bir protein sınıfıdır. Plazma ya da efüzyondaki α-1 asit glikoprotein seviyeleri (AGP) 1.5 g/L'den fazla ise FIP olasılığı yüksektir.

Karaciğer enzimleri, üre ve kreatinin değerleri organ hasarının yeri ve şiddetine göre değişkenlik gösterebilmekte fakat genellikle FIP teşhisi için önemli olmayabilmektedir. Hiperbilirübinemi ve sarılık hepatik nekrozun bir yansımasıdır. Yüksek bilirübin değerleri hemolizin varlığını vurgulamakta ve karaciğer enzim değerlerindeki yükselme ile birlikte FIP şüphesini artırmaktadır. Yüksek (AGP) değerleri (>1500mikrogram/ml) teşhisi destekler fakat bu seviyeler diğer yangısal hastalıklarda da artış gösterebilmektedir. Ek olarak, AGP seviyeleri FCoV ile enfekte sağlıklı kedilerde de artmış olarak bulunabilir (Camkıranlar, 2019).

Lökösit artışı meydana gelmesine karşın, lenfopeni görülür. Serum protein değeri artarken albümin/ globülin oranı düşer. Globulin değeri artar. Dissemine intravasküler koagulopati (DIC) şekillenir. Enfekte kedide dördüncü günden itibaren trombositopeni oluşur (BİLAL, 2007).

PERİTONEAL VE PLEURAL SIVI ANALİZİ

Alınan sıvı örnekleri hücresel ve total protein açısından incelenmelidir. FIP' de alınan sıvı açık veya koyu sarı renkli, yapışkan, yoğun ve fibrin parçaları içerir. Buzdolabına bırakıldığında pıhtılaşır. Yoğunluğu 1017-1047 arasında değişir, bakteriyel enfeksiyon şekillenmedikçe sterildir. FIP' deki efüzyon yüksek protein içermesi (3.5 g/dl) nedeniyle eksüdat olarak sınıflandırılır. Albumin-globulin (A:G) oranının < 0.45 g/dl olması FIP için tipiktir. Tüm olgularda protein içeriğinin % 50' sini globülinler oluşturur. Modifiye Wright' s boyası ile boyandığında yüksek protein içeriği nedeniyle arka plan pembe mor boyanır. Yüksek yoğunluğa rağmen sıvı hiposelülerdir. İçerdiği başlıca hücreler lökösitler, makrofaj, nötrofiller ve kısmende mesothelial hücre görülür. Alınan sıvı örneğinde rivolta deneyi yapılabilir. Katrin Hartmann tarafından tanımlanan rivolta testi depratik olarak klinikte uygulanabilecek testtir. Bir damla %98' lik asetik asit, 5 ml distile suyla karıştırılır. Bir damla efüzyon yavaşça akıtılarak hazırlanan karışımın üzerinde bir tabaka oluşturulur. Efüzyon kaybolur ve sıvı berrak kalırsa test negatif, damla yüzeyde kalır veya yavaşça dibe çökerse test pozitiftir (Aytuğ, 2012).

SEREBROSPİNAL SIVI ANALİZİ

Yangısal hücre birikimi nedeniyle örnek alınması bazen zordur. Nörolojik belirtilerle karakterize olaylarda protein düzeyi artmıştır (> 200mg/dl) ve serebrospinal sıvıda lökositler artmıştır (pleocytosis). Dejenere olmamış nötrofiller ve az sayıda aktive olmuş makrofajlar mevcuttur. Bu durum pyogranulamatöz yangıyı yansıtır (Aytuğ, 2012).

ABDOMİNAL, PLEURAL VE PERİKARDİYAL SIVIDA DİREKT İMMUNOFLORESENS YÖNTEMİ

Diğer destekleyici sıvı analizi bulguları ile birlikte abdominal/ plöral/ perikardial sıvıda FCoV pozitif makrofajların saptanması FIP için oldukça destekleyicidir (Aytuğ, 2012).

SERUM AMİLOİD A (SAA) ANALİZİ

Serum amiloid A değeri, FCoV' a maruz kalan kedilerde 10 kat artar, bu durum FIP için iyi bir belirteçtir (Aytuğ, 2012).

TANIDA KLİNİK BULGULAR

Etkilenen kedilerde kilo kaybı, iştahsızlık, ateş, antibiyotiklere yanıt alınmaması gibi klinik bulgular vardır. Yaygın olarak ikterus ve membranlarda solgunlaşma ve retinal hemorajiler görülebilir (Aytuğ, 2012).

NEKROPSİ

Nekropsi, özellikle FIP enfeksiyonu tanısı için 'gold standart' kabul edilmektedir. Diğer tüm testlerde olduğu gibi klinik bulgularla eşleştirilerek kullanılmalıdır. Peritoneal ve pleural boşluklardaki organlarda serozadan paranşime doğru ilerleyen yangısal lezyonlar, pyogranulomatöz (çok sayıda nötröfil ve lökosit içeren granulom) değişiklikler, effüzyon ve

fibrin birikimi FIP'i çağrıştırmaktadır (İleri, 2013). Yaş (efüziv) formdabirkaç organda çok miktarda fibrin ve yangı hücresi birikiminden oluşan küçük beyaz plaklar halinde pyogranülamatöz lezyonlar ile göğüs ve karın boşluklarında sıvı birikimi vardır. Kuru formda efüzyon görülmez ve lezyonlar çok değişkendir. Renal kortekste pyogranuloma, kolonik duvarda kalınlaşma görülür. Özellikle akciğer, karaciğer, böbrekler, bağırsaklar ve sentral sinir sisteminde granuloma ya da pyogranülomalar saptanır. Bağırsaklardaki büyük nodüller ultrasonografi sırsında saptanabilir. Ancak bu durumu diğer hastalıklarla ve özellikle lenfosarkoma ile ayırmak gerekir.

VİRAL TANI

Kronik FECV enfeksiyonlarında virus intestinal kanalın yanısıra diğer organ ve dokularda da immunohistokimyasal ve hatta moleküler yöntemlerle tespit edilebilmektedir (Herrewegh ve ark., 1997; Meli ve ark., 2004). Ancak replikasyonu gösteren mRNA'lar sadece virüsün persiste kaldığı yerde bulunmaktadır. Aynen FIPV gibi FECV da kanda monosit ve makrofajlarda bulunabilmektedir.

VİRUS İZOLASYONU

Virus izolasyonu amacıyla kedi kökenli hücre kültürleri kullanılmaktadır. Bu amaçla Felis catus whole fetus-4 (Fcwf-4), Crandell Feline Kidney (CrFK) gibi hücre hatları kullanıldığı gibi, FCOV ile enfekte hayvanların makrofaj hücre kültürlerinde de virus izolasyonu yapılmaktadır. FCOV serotipleri arasında in vitro üreme kabiliyetleri gibi, enterik ve mutant tipteki virusların üretilme kabiliyetleri de farklılık gösterir. Özellikle saha suşlarının üretilmesinde bazı güçlükler ile karşılaşıldığı bildirilmiş olup enterik kökenli olan suşların hücre kültürlerinde üretilemediği, mutant tipteki saha suşlarının ise zorlukla ürediği ifade edilmiştir (Pedersen, 2009). Hem zaman gerektirmesi, hem de yaşanan güçlükler nedeniyle tanı amaçlı virus izolasyonu tercih edilmemektedir.

İMMUNOHİSTOKİMYASAL YÖNTEMLER

Direkt tanı amacıyla özellikle effüzyon sıvılarından yapılan yayma preparatlarda direkt immunfloresans ve doku örneklerinde immun peroksidaz testleri tercih edilmektedir. Bu teknikler serotipler arasındaki antijenik yakınlık nedeniyle oluşan çapraz nötralizasyona bağlı olarak serotiplerin ayrımında sorunlu olmakla birlikte, bu sorun amaca yönelik antikor/konjugatlarınn kullanımıyla giderilebilmektedir. Ancak bu yöntemler biyotiplerin birbirinden ayrımına olanak vermez (Hartmann, 2005).

POLİMERAZ ZİNCİR REAKSİYONU VE DİZİN ANALİZİ

Teknolojinin gelişmesiyle çok çeşitli PCR teknikleri FCoV tanısında kullanılmaya başlanmıştır. Moleküler olarak FECV ve FIPV birbirinden henüz ayrılamasa da bu mutasyonları bulmayı hedefleyen pek çok sayıda PCR araştırıcılar tarafından ortaya konulmaya devam etmektedir. Bu amaçla; korunaklı ve korunaklı olmayan bölgelere spesifik primerlerin kullanıldığı çok sayıda PCR türü bulunmaktadır. En çok kullanılan nested PCR olup, sensitivitesi ve spesifitesi diğerlerine göre daha yüksek olduğu için yaygın kullanım alanı bulmuştur. 3' UTR bölgesi (Herrewegh ve ark, 1995), ORF1ab, 3abc, 7b (Brown ve ark., 2009), M (Brown ve ark., 2009) ve S (Simons ve ark., 2005) bölgelerine yönelik PCR'lar geliştirilmiş olup, hepsinin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur. FECV ve FIPV'larının her

ikisinin de kan hücrelerinde tespit edilebilmesi sebebiyle araştırıcılar sayısal, matematiksel, orantısal, kantitatif bir replikasyonun üzerinde durmaya başlamışlardır. 7b (Gut ve ark., 1999), M (Hornyak ve ark., 2012), N (Dye ve ark., 2008) genleri kullanılarak real-time PCR teknikleri geliştirilmiştir. Ayrıca günümüzde virusun arzu edilen gen bölgelerininin sekans analizlerinin yapılabilirliği filogenetik analiz imkanını sunmaktadır. Bunun sonucunda FCoV'larda serotip ayrımı yapılabilmekte, diğer hayvan türlerini etkileyen coronaviruslar ile evrimsel benzerlik ve farklılıkları moleküler düzeyde ortaya konabilmektedir.

Enfekte bir test için uygun antikor üretmiyor olabilir. Bu nedenle perakut fazda antikor şekillenmemiş veya enfekte kediler immunolojik olarak tükenmiş olduklarından antikor üretemiyorsa test negatif sonuç verebilir. Kısaca coronavirüs testinin pozitif olması bir kedide FIP olduğunu doğrulamadığı gibi negatif olmasıda hastalığı elimine etmez.

SEROLOJİK TANI

ELISA

FCoV'ların serolojik tanısında kullanılmakta olan birçok ELISA tekniği bulunmaktadır. Bunlardan bazıları 7b geni proteinini hedeflerken bazıları viral glikoproteinleri hedeflemektedir. 7b'nin önceleri sadece FEC virusunda bulunduğu düşünülmüş (Vennema ve ark., 1998) ancak ilerleyen teknikler ile tüm virus suşlarında varlığı tespit edilmiştir. Son yıllarda geliştirilen yeni ELISA kitleri tüm viral glikoproteinleri hedefler şekilde dizayn edilmiş olmakla birlikte, her iki biyotipi birbirinden ayırmada yetersiz kalmaktadırlar. Araştırıcılar bu noktada antikor varlığından ziyade, antikor titrelerini önemsemişlerdir. Düşük titrede antikora sahip kedilerde Enterik Coronavirus ile enfeksiyon olasılığından bahsedilmekteyken, daha yüksek titredeki antikor varlığında asemptomatik/semtomatik FIP enfeksiyonundan söz etmek mümkün olabilmektedir (Pedersen, 2009). Serolojik yöntemler olarak virus nötralizasyon testi, İmmun Floresans Testi (IFA) ve ELISA'nın diagnostik anlamda karşılaştırmasını yapan araştırıcılar; ELISA'nın FCoV'larının hepsini, serotip ayrımı (serotip 1 ve 2) yapmaksızın pozitif bulması sebebiyle hassasiyetinin daha yüksek olduğunu savunmuşlardır (Pratelli, 2008).

VİRUS NÖTRALİZASYON TESTİ

FCoV enfeksiyonunun serolojik tanısında kullanılan virus nötralizasyon testi ''gold standart'' olup, bu testlerle hem enfeksiyon varlığının belirlenmesi ve hem de serotip ayrımı yapılmaktadır. Ancak her iki serotipte de hem FECV hem de FIP virusu ile enfeksiyon mümkün olduğundan, bu test ile de biyotip tayini yapılamamaktadır (Shiba ve ark., 2007). Özellikle S proteininin nötralizan antikor yapımını uyarması sebebiyle test edilen antikorların çoğu S glikoproteini epitoplarına özgüdür. Ayrıca hücre kültürüne adapte virus üretimi gerektirdiğinden virus nötralizasyon testlerinin uygulanabilmesi için uygun ve deneyimli bir laboratuvar ortamı gereksinimi bulunmaktadır.

İNDİREKT FLORESAN ANTİKOR TESTİ

FCoV antikor titresinin saptanmasında en güvenilir test olasına rağmen spesifik değildir. Çünkü kullanılan indirekt floresan antikor (IFA) testi laboratuarlar arasında değişen yöntemlerle uygulanmaktadır. Bu yüzden farklı sonuçlar ortayaçıkabilmektedir. İmmunfloresens yöntemi kullanılarak enfekte hücrelerdeki virus proteinleri ortaya konur. Aranan virusa ait antijenler immunglobulinlerle bağlanarak floresans özelliğe sahip renkli madde meydana getirir ve tipik elma yeşili renkte floresans mikroskopta saptanır.

AYIRICI TANI

FIP hastalığını lökemi, lenfosarkom ve toksoplazmadan ayırt etmek gerekmektedir. Teşhiste sitratlı kanda eritrosit sayısı, albümin- globülin değerleri, serumdaki toplam serum proteinleri ve klinik bulgular ile canlı hayvanlarda; patolojik anatomik bulgularla da ölen hayvanlarda teşhise gidilebilir. Ayrıca peritoneal sıvıda teşhise yardımcı olur.

SAĞALTIM

Geleneksel olarak kortikosteroidler ve siklofosfamid kullanılarak klinik bulgular minimalize edilir. Kedi interferonu ile glukokortikoidlerin birlikte uygulanması umut veren bir yeniliktir. Bu yaklaşımın temeli FIP' li kedilerin IFN-gamma üretememelerine dayanır. Rekombinant feline interferon omega (IFN omega) ilk kez FIP' in tedavisi amacıyla Ishida tarafından kullanılmıştır. IFN omega başlangıçta 1 MU/kg dozda gün aşırı uygulanır, hastalıkta gerileme saptanırsa haftada 1 keze dönüştürülür. Ek olarak 1 mg/kg dozda deksametazon intratorasik ya da intraperitoneal olarak 1 kez uygulanır, aynı zamanda oral prednisolon 2 mg/kg dozda günde iki kez verilir. İyileşme belirtileri gözlendiğinde doz 48 saatte 1 kez 0.5 mg/kg' a çekilir. FIP' in tedavisine ilişkin bazı kişisel denemeler pentoksifilinin yararlarını ortaya koymaktadır. Pentoksifilin ayrıca vasküler ve serebrovasküler hastalıkların tedavisinde de kullanılmaktadır (Aytuğ, 2012).

Yapılan başka bir çalışmada ozagrel hydrochlorid ve prednisolon verilerek yapılan tedavide iştahın düzeldiği, anemi ve asitesin normale döndüğü bildirilmiştir. İnsan α- interferonu ve kedi β-interferonu virusun çoğalmasını engellemektedir. Adenin arabinosid, amfoterisin- B ve ribavirin belirgin antiviral etkiye sahiptir. Fakat ribavirin denenmiş, ancak kedilerde hücreler için toksik bulunmuştur (Bilal, 2007).

Tüm bunların yanında vitamin, parenteral sıvı tedavisi ve peritoneal sıvının drenajı yapılabilir. Ayrıca bağışıklık güçlendirici bitkisel ilaçlar kullanılabilir.

FELİNE ENFEKSİYOZ PERİTONİTİS' te GÜNCEL TEDAVİ YÖNTEMLERİ

İnsanlarda virüslere karşı en umut vadedici tedavilerden biri, **RNA virüsü eşlenmesiyle ilgili belirli proteinleri hedef alan,** küçük-moleküllü antivirallerden biri**"GS-5734"**dir. Yapılan çalışmalar (Warren ve ark., 2016), **bu antiviral'in** resus maymunlarında Ebola'yı önlemede etkili olduğunu, hem doku kültürleri hem de fare enfeksiyon modellerinde koronavirüsleri dizginlediğini kanıtlamıştır.

Pedersen ve ark.(2019) ve Murphy ve ark. (2018)da bu bulgulara dayanarak FIP'le ilgili yaptıkları çalışmalarda, kimyasal açıdan daha az karmaşık olan "**GS-441524**"ün (GS-5734'ün ebeveyn nükleositi) yüksek düzeyde etkili olduğunu, bu çalışmaların FIP olan kedilerde saha çalışmaları için yol gösterici veçarpıcı sonuçlarının olduğunu göstermişlerdir.

Üç -73 aylık 31 kedide yaptıkları çalışmada,kedilerin26'sında**12 hafta veya daha uzun süre devam eden tedavi**nin tamamlandığını, diğer kedilerin hastalıktan ya da ilaç yardımıyla yaşama veda ettiklerini,sağ kalan 26 kedide a**teşin genellikle 12-36 saatte düştüğünü, iştah, aktivite ve kilo almanın iyiye doğru gittiğini bildirmişlerdir**."**ıslak FIP**" olan kedilerde, tedavi başlangıcından yaklaşık 10-14 gün sonra başlayarak abdominal efüzyonun hızla kaybolduğunu,sevindirici ve biraz da şaşırtıcı bir şekilde, "**kuru FIP**" olan ve yaşça büyük olan kedilerin, **GS-441524** tedavisine ıslak FIP olanlar ve gençler kadar iyi yanıt verdiğini ileri sürmüşlerdir.

GS-441524'ün güvenlik profilini de aynı derecede etkileyici bulmuşlar,

bu 26 kediden **24'ünün sağlığına kavuştuğunu,** birinin FIP hastalığına

yenik düştüğünü, diğerinin ise FIP' le ilgisi olmayan bir kalp rahatsızlığından dolayı

yaşamını yitirdiğini bildirmişlerdir. Kedilerden 18'inin sadece bir tur tedavi aldığını, diğer 8'inde nüks olduğundan ikinci bir kür ve iki olguda daha yüksek dozda üçüncü bir tur daha tedavi aldıklarını belirtmişlerdir.

Kedi enfeksiyöz peritonit virüsünün (FIPV) **GS-441524**, **0.78 mikron EC50** ile güçlü bir şekilde inhibe edebilme özelliği keşfedilmiştir. Ham maddesi **Remdesivir** metaboliti olan bir bileşendir. **'GS'** formül patentine sahip firmanın baş harflerini temsil etmektedir.

GS-441524; hücrelerdeki sitokinaz ile, çekirdek içinde fosforlu monofosfat metabolitine (NMP),daha sonra aktif bir trifosfat metabolitine (NTP yapısal analoğu) dönüşür. Aktif NTP analogları Viral RNA sentezinde RNA transkripsiyonuna katılmak için naturalnukleozidler (ATP, TTP, CTP, GTP) ile rekabet ederler.**GS-441524**Transkripsiyon ürünlerine eklendiğinde, transkripsiyonu sonlandırır ve viral RNA'yı inhibe eder (Üstkanat, 2020).İvermektin debaş biti, uyuz, nehir körlüğü, strongiloidiazis, trikuriazis, askaridiazis ve lenfatik filariasis gibi birçok parazit enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılan bir antiparaziter ilaçtır. Dış parazitler için ağızdan alınabilir veya cilde uygulanabilir. Bunun yanında virüs kaynaklı AIDS (HIV virüsü), grip, dengue ateşi gibi hastalıların tedavisinde de kullanılmaktadır.Diğer yandan Avustralyalı bilim insanları parazit öldürücü tablet formasyonundaki Ivermectin'in laboratuvar ortamında Covid 19 virüsünü 48 saat içerisinde öldürdüğünü açıkladılar.

Yapılan deneysel çalışmalar (Congar,2020) bir doz Ivermectin'in 24 saat içinde Covid 19'a ait RNA virüslerini büyük ölçüde azalttığını ve 48 saatte de tamamen yok ettiğini bildirilmektedir. İvermectin coronaviruslerin etkisini azalttığı için FIP hastalığında da kullanılmaktadır.

KORUNMA

Attenüe edilmiş virüsten hazırlanan aşılar ile kediler aşılanır. Hastalıkla mücadele için çoklu kedi ortamları, mama kapları, su kapları ve tuvaletleri günde iki kez temizlenmeli, stres faktörleri ortadan kaldırılmalıdır. Virüs saçan kediler saptanmalı, serolojik yönden tarama yapılarak seropozitif ve seronegatifler ayıklanmalıdır.

Stres hastalığın ortaya çıkmasında önemli etmendir. Gebelik, cerrahi müdaheleler, kalabalık ortamlar, bakıcının değişmesi, yer değiştirme ve bağışıklık sistemini baskılayıcı bazı ilaçların kullanılması stres faktörleridir. Kronik virüs saçan kediler mutlaka ayıklanmalıdır. Kedi yavrularını anne sütü 5 veya 6 hafta süre ile korur. Yavruların anneden erken ayrılması veya anne sütünün yeterince pasif kolostral antikorları içermemesi enfeksiyon riskini yükseltir. Aşılama 16.

Haftadan itibaren mümkün olduğu için kedi yavrularının seronegatif hayvanlarla beraber bulundurulması gerekir. Kronik olarak virüsü taşıyan kedilerin saptanması ve eradike edilmesi gerekir. Plazmada mevcut virüse karşı şekillenmiş antikorlar immumofloresans, viral RNA ise dışkı örneklerinde saptanır. Salyadan viral RNA' nın saptanması ender pozitif sonuç verir ve güvenli değildir. Çünkü virüs salya ile intermittens karakterde yayılır. Bazı kediler enfekte oldukları halde klinik semptom göstermezler ve yaşam boyu virusu taşırlar. Bazı kedilerde enfeksiyöz peritonitis gelişir. FIP hastalığına karşı gelişen bağışıklık hücre ilişkili bağışıklık olup, yaş formda oluşan hücre ilişkili bağışıklık yanıtı kısmen etkilidir.

Aşılama doğal yolla gerçekleşen bağışıklığa oranla daha kuvvetli bağışıklık oluşmasını sağlar (Bilal, 2007).

Feline enfeksiyöz corona virüs kontrolü iyi beslenme, sağlık durumunun iyi olması ve sanitasyonun gerçekleşmesi ile olur. Ayrıca ısıya duyarlı üst solunum yollarının düşük ısısında replike olan ve sistematik sıcaklıklarda üremeyen FCoV (Feline corona virus) suşu

geliştirilmiştir. İntranazal olarak uygulandığında IgA (immunglobulin A) artışı sağlayarak lokal immuniteyi güçlendirir (Aytuğ, 2012).

SONUÇ

FIP, FCoV enfeksiyonunun nadir fakat ölümcül bir komplikasyonu olarak veteriner hekimlikte tanı ve tedavi açısından önemli bir zorluk oluşturmaktadır. Klinik belirtiler özgül olmamakla birlikte, gelişen moleküler testler ve tanısal biyobelirteçler ile daha doğru tanılar mümkün hale gelmiştir. GS-441524 gibi antiviral ajanların kullanımı, hastalığın tedavisinde çığır açmış; ancak ruhsatlandırma eksikliği nedeniyle kullanım sınırlandırılmıştır (Pedersen, 2019). Koruyucu hekimlik ve çok kedili ortamlarda enfeksiyon kontrolü, hastalığın yayılımını engellemek açısından halen en etkili yöntemlerdendir.

KAYNAKÇA

1. **Aytuğ, N., 2012**. Köpek ve Kedilerin İç Hastalıkları. Medipres Yayınları, Malatya, 91-97.
2. **Fehr AR, Perlman S.** Coronaviruses: an overview of their replication and pathogenesis. Methods in Molecular Biology 2015, 1282, 1–23.
3. **Barnett, O.W. (1993).** Modern Technology Improves Plant-Virus Taxonomy or Melding the Molecular and Classical. Phytopathology 83, 33-34.
4. **Bilal, T., 2007**. Yeni Doğanların İç Hastalıkları. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul,446-454.
5. **Bonaduce, A. (1942).** Infektiöse pleuritis der katzen. Nuova Vet. 21, 32
6. **Brown, M.A., Troyer, J.L., Pecon-Slattery, J., Roelke, M.E., O'Brıen, S.J. (2009).** Genetics and pathogenesis of feline infectious peritonitis virus. Emerg Infect Dis 15, 1445-1452.
7. **Burgu, İ., Akça, Y., 2013**. Viroloji II. Ankara Üniversitesi Yayınları. 22-23.
8. **Camkıranlar, M., 2019**. Kedi Enfeksiyöz Peritonitisi Doğal Enfeksiyonlarında Patolojik ve İmmunohistokimyasal İncelemeler.Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Patoloji (Veteriner) Programı Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
9. **Chang CK, Sue SC, Yu TH, Hsieh CM, Tsai CK, Chiang YC, Lee SJ, Hsiao HH, Wu WJ, Chang WL, Lin CH, Huang TH**. Modular organization of SARS coronavirus nucleocapsid protein. Journal of Biomedical Science 2006, 13, 59–72.
10. **Congar, K., 2020**. İvermektin' in Corona Viruse Etkisi,https://tr.euronews.com/(Erişim 21.12.2020)
11. **Dye, C., Helps, C.R., Siddell, S.G. (2008**). Evaluation of real-time RT-PCR for the quantification of FCoV shedding in the faeces of domestic cats. J Feline Med Surg 10, 167-174.
12. **Dye C, Siddell SG.** Genomic RNA sequence of Feline coronavirus strain FIPV WSU-79/1146. Journal of General Virology 2005, 86, 2249–2253.
13. **González JM, Gomez-Puertas P, Cavanagh D, Gorbalenya AE, Enjuanes L.** A comparative sequence analysis to revise the current taxonomy of the family Coronaviridae. Archives of Virology 2003, 148(11), 2207–2235.
14. **Gut, M., Leutenegger, C.M., Huder, J.B., Pedersen, N.C., Lutz, H. (1999).** Onetube fluorogenic reverse transcription-polymerase chain reaction for the quantitation of feline coronaviruses. J Virol Methods 77, 37-46.
15. **Hardy WD Jr.** Immunopathology induced by the feline leukemia virus. Seminars inImmunopathology 1982, 5(1), 75–106.
16. **Hartmann K**. Feline infectious peritonitis. Veterinary Clinics of North America SmallAnimal Practice 2005, 35(1), 39–79.
17. **Herrewegh AA, Mähler M, Hedrich HJ, Haagmans BL, Egberink HF, Horzinek MC, Rottier PJ, de Groot RJ.** Persistence and evolution of feline coronavirus in a closed cat-breeding colony. Virology 1997, 234, 349–363.
18. **Herrewegh, A. A., DE Groot, R. J., Cepıca, A., Egberınk, H. F., Hornizek, M. C.,AND Rottier, P. J. (1995).** Detection of feline coronavirus RNA in feces, tissues, and body fluids of naturally infected cats by reverse transcriptase PCR. J Clin Microbiol 33(3), 684-9.

19. **Hornyak, A., Balınt, A., Farsang, A., Balka, G., Hakhverdyan, M., Rasmussen, T.B., Blomberg, J., Belak, S. (2012).** Detection of subgenomic mRNA of feline coronavirus by real-time polymerase chain reaction based on primerprobe energy transfer (P-sg-QPCR). J Virol Methods 181(2), 155-163
20. **Hurst K, Koetzner CA, Masters P**. Identification of In Vivo-Interacting Domains of the Murine Coronavirus Nucleocapsid Protein. Journal of Virology2009 83(14), 7221–7234.
21. **İeri, A., H., 2013**. Türkiyede Evcil Kedilerde Feline Corona Virus Enfeksiyonlarının Epidemiyolojisi ve Moleküler Karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Viroloji (Veteriner) Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara.
22. **Kipar A, Meli ML.** Feline infectious peritonitis: still an enigma? VeterinaryPathology 2014, 51, 505–526.
23. **Masters PS, Perlman S**. Coronaviridae. In: Knipe DM, Howley PM (Eds.), Fields Virology. 6th edition. Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia, 2013, 825–858.
24. **Meli M, Kipar A, Müller C, Jenal K, Gönczi E, Borel N, Gunn-Moore D, Chalmers S, Lin F, Reinacher M, Lutz H.** High viral loads despite absence of clinical and pathological findings in cats experimentally infected with feline coronavirus (FCoV) type I and in naturally FCoV-infected cats. Journal ofFeline Medicine and Surgery 2004, 6(2), 69–81.
25. **Montali RJ, Strandberg JD**. Extraperitoneal lesions in feline infectious peritonitis. Veterinary Pathology 1972, 9, 109-121.
26. **Murphy BG, Perron M, Murakami E, vd**. Nükleozid analoğu GS-441524, doku kültürü ve deneysel kedi enfeksiyon çalışmalarında [J] kedi enfeksiyöz peritonit (FIP) virüsünü güçlü bir şekilde inhibe eder. Veteriner Mikrobiyolojisi, 2018, 219: 226-233.
27. **Pedersen N, Liu H, Dodd K, Pesavento PA.** Significance of Coronavirus Mutants in Feces and Diseased Tissues of Cats Suffering from Feline Infectious Peritonitis. Viruses 2009, 1(2), 166–184.
28. **Pedersen NC, Perron M, Bannasch M, vd.** Doğal olarak ortaya çıkan kedi enfeksiyöz peritoniti olan kedilerin tedavisi için nükleozid analogu GS-441524'ün etkinliği ve güvenliği [J]. Kedi Tıp ve Cerrahisi Dergisi, 2019.
29. **Pratell, A. (2008).** Comparison of serologic techniques for the detection of antibodies against feline coronaviruses. J Vet Diagn Invest 20, 45-50.
30. **Schaer, M., Gaschen, F., 2019.** Köpek ve Kedilerin Klinik Hekimliği. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 829-830.
31. **Shiba N, Maeda K, Kato H, Mochizuki M, Iwata H.** Differentiation of feline coronavirus type I and II infections by virus neutralization test. Veterinary Microbiology 2007, 124, 348–352.
32. **Simons FA, Vennema M, Rofina JE, Pol JM, Horzinek MC, Rottier PJ, Egberink HF.** A mRNA PCR for the diagnosis of feline infectious peritonitis. Journal of Virological Methods 2005, 124(1–2), 111–116.
33. **Thiel, V.** Coronaviruses. In: Molecular and Cellular Biology. Caister Academic Press, Norfolk, United Kingdom 2007, 109-131.
34. **Üstkanat,A., 2020**.FIPTedavisindeGS-441524, https://aydanustkanat.com/fip-tedavisinde-gs441524 (Erişim 21.12.2020)
35. **TK Warren , R. Jordan , MK Lo , AS Ray , RL Mackman , V. Soloveva , D. Siegel , *ve diğ.*Rhesus maymunlarında Ebola virüsüne karşı küçük moleküllü GS-5734'ün terapötik etkinliği**Nature , 531 (2016) , s. 381 - 385

OBJECT RECOGNITION AND ROBOT ARM CONTROL: RASPBERRY PI-STM32 INTEGRATION

Assoc. Prof. Dr. Can Bulent FIDAN

Karabuk University, Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering, Karabuk, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5252-6301

Azarack alkhalil SAAD

Karabuk University, Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering, Karabuk, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-9139-4953

ABSTRACT

In this study, an integrated and real-time operational modular system has been developed on the open-source, 3D-printable BCN3D Moveo robotic arm by combining vision-based object recognition with scenario-driven motion control. The system offers a cost-effective, expandable, and streamlined structure at both hardware and software levels, making it suitable for academic research, embedded systems education, and industrial prototyping applications. Among the six degrees of freedom of the robotic arm, three were actively utilized; however, the modular design allows for easy extension to additional axes.

As the vision processing unit, a machine learning model compatible with ARMv7 architecture was executed on a Raspberry Pi 4 board. Images were captured through a USB-connected camera and processed in real time for classification. Upon detecting a target object, a digital trigger signal was generated and transmitted from GPIO7 of the Raspberry Pi to the STM32F407 microcontroller. This enabled low-latency synchronization between the image processing and motion control layers. The control unit employed PWM-based algorithms developed in the Simulink environment using Waijung blocksets. The STM32 microcontroller generated PWM and direction signals, which were transmitted to NEMA 17 and NEMA 23 stepper motors via TB6560 motor drivers.

As a result, the robotic arm demonstrated smooth, low-vibration, and synchronized movements across the actively controlled axes. Evaluation results showed an F1 score of 96.3%, confirming the model's effectiveness in identifying the target class with high precision and sensitivity. These findings validate the system's real-time responsiveness and operational reliability within an embedded platform. Overall, the proposed system offers a lightweight, modular, and robust integration of machine learning and motion control, making it suitable for both educational environments and industrial prototype development.

Key Words: Object detection; Embedded System; Robotic Arm; Raspberry Pi; STM32; Machine Learning; Simulink; Open-Source Robotics

INTRODUCTION

Robotic arms play a critical role in industrial automation systems by enhancing production speed, increasing repeatability, and reducing human-machine interaction. In addition to their industrial significance, robotic systems are also widely used in education and research environments, where they provide hands-on experience for developing control algorithms and designing embedded systems.

With the advancement of Industry 4.0 and the Internet of Things (IoT), the need for autonomous behavior and decision-making mechanisms in robotic platforms has become increasingly important. As a result, the integration of computer vision and artificial intelligence-based control architectures into robotic systems has become inevitable[1]. In this context, open-source robotic systems have gained popularity in academic and research domains due to their advantages such as low cost, hardware and software transparency, and strong community support [2].

Among these, 3D-printed open-source robotic arms like the BCN3D Moveo—utilized in this study—are commonly preferred for entry-level robotics applications. However, such systems often lack closed-loop control mechanisms and computer vision capabilities, which limits their performance in real-time autonomous applications [3].

Figure 1 illustrates the 6-DOF open-source robotic arm BCN3D Moveo used in this study.

Figure 1. BCN3D 6DOF Robotic Arm [3]

To enhance the functionality of robotic arms for academic and educational purposes, both hardware and software improvements are essential. In line with this requirement, the present study employs a model trained on the Edge Impulse platform, running on a Raspberry Pi 4 as the vision processing unit. Motion control is executed via stepper motors driven by PWM signals generated through an STM32F4 microcontroller. This integration enables the system to perform precise, scenario-based movements based on object recognition results [4,5].

LITERATURE REVIEW

The integration of vision-based object detection systems into robotic arms has become increasingly prevalent in recent years, even within open-source platforms. This advancement allows robotic systems to automatically adapt to dynamic tasks, thereby increasing flexibility while reducing the need for direct user intervention [1].

Open-Source Robotic Arms and Control Architectures

Academic studies focusing on open-source robotics have shown that low-cost hardware can yield high-performance outcomes when paired with advanced control algorithms. Robotic arms such as the BCN3D Moveo are frequently used in educational and research contexts due to their low cost and 3D-printable design [3]. However, the original Moveo design lacks native support for image processing or closed-loop control mechanisms, aside from basic ROS integration [6].

Other platforms, such as ROMR[2] and the AR2 robotic arm[7], have demonstrated that microcontrollers like STM32 can effectively manage robotic control tasks and can be modularly integrated with ROS-based motion systems. Similarly, Xia et al.[8] emphasized that a hybrid architecture utilizing both Raspberry Pi and STM32 could significantly improve real-time responsiveness in a medical robotic application.

Object Recognition Systems and Embedded Applications

Open-source AI platforms such as Edge Impulse, TensorFlow Lite, YOLOv5, and YOLOv8 provide optimized models that can run efficiently on embedded hardware[1]. These models have proven capable of achieving real-time object recognition even on low-power processors. Studies have reported recognition accuracies exceeding 90% using deep learning models on Raspberry Pi 4 in both training and testing phases[4,5]. Similarly, OpenCV-based vision algorithms have been integrated with Raspberry Pi-controlled robotic arms for object detection and subsequent motion control[9].

PWM-Based Stepper Motor Control

PWM (Pulse Width Modulation) is commonly employed for stepper motor control, enabling fine-tuned torque management and reduced vibration when appropriate frequency and sampling intervals are selected[10] It has been shown that STM32-controlled stepper motors via Simulink can achieve high-precision positioning with an angular error margin as low as ±0.5° [11]. Furthermore, the combination of Simulink-generated PWM signals with TB6560 motor drivers has been reported to reduce vibration levels by up to 30%, resulting in more stable motor performance [12].

Energy Efficiency and Embedded System Performance

Both Raspberry Pi 4 and STM32 platforms offer favorable power consumption characteristics. Rzepka et al.[13] compared the energy usage and processing times of Raspberry Pi 4 and STM32 Nucleo boards in embedded security applications, concluding that STM32 delivered more consistent real-time performance. Likewise, Subedi[14] demonstrated that both platforms provide high efficiency in sensor-controlled embedded motion tasks.

Yang et al.[15] reported improved task performance and power efficiency in an agricultural fruit-picking robot using a hybrid Raspberry Pi and STM32 system. These findings support the present system's suitability for both educational implementations and industrial prototyping applications.

Study	Image Processing	Control Board	Latency	Accuracy	Feature
This Study	Edge Impulse	STM32 + Raspberry Pi 4 (ARMv7)	<20 ms	96.3%	Modular
Ryberg & Jansson[7]	YOLOv5	Raspberry Pi 4	~30 ms	93.1%	Single-layered
Xia et al.[6]	Custom Model	STM32 + Raspberry Pi	<20 ms	91.2%	Medical
Kaymak & Ayşegül[9]	OpenCV	Raspberry Pi	25 ms	90.5%	Vision-focused

Table 1. Comparison of Related Systems in the Literature

SYSTEM ARCHITECTURE AND DESIGN

The robotic system developed in this study consists of **three primary subsystems**:

- **Vision Processing Unit**: Responsible for recognizing and classifying objects in the environment.
- **Control Unit**: Generates appropriate motion commands based on the object recognition results.
- **Actuation Unit**: Converts the control signals into physical motion via motor drivers and stepper motors.

Vision Processing Unit

The first and most critical component of the system is the vision processing layer, which operates on a Raspberry Pi 4 board. This unit performs object detection using a TinyML model trained on the Edge Impulse platform. The deployed model is compiled in the .eim format and optimized for the ARMv7 architecture, allowing efficient execution on the Raspberry Pi [16].

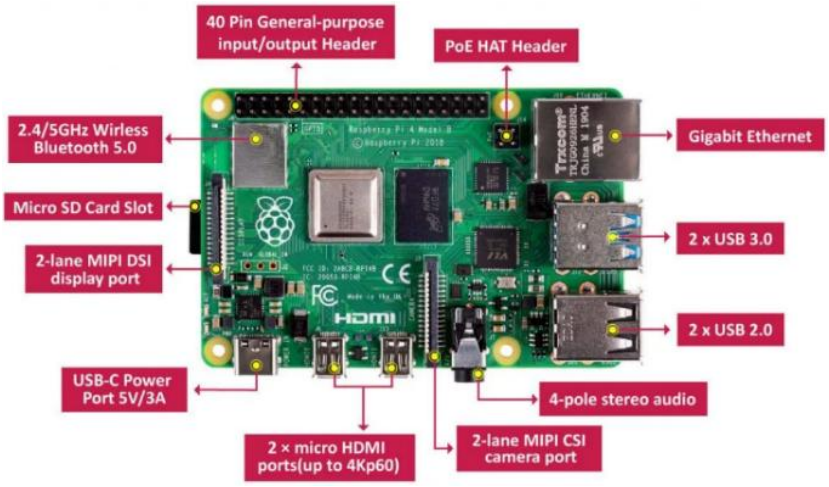


Figure 2. *Raspberry Pi 4 Pinout Diagram*[17]

Figure 2 shows the general pinout diagram of the Raspberry Pi 4 board used as the vision processing unit in this study.

Each frame captured by the camera is processed in real time within the Raspberry Pi 4, and the corresponding object class label is inferred by the deployed machine learning model. If the detected class matches a predefined target object, the Raspberry Pi outputs a digital high signal (logic level “1”) from its GPIO7 pin, which is then transmitted to the PA0 pin of the STM32 microcontroller.

This configuration enables low-latency (<10 ms) and stable signal transmission between the vision processing and control layers[5,10] .

Figure 3 shows the pinout diagram of the STM32F407-VG microcontroller board.

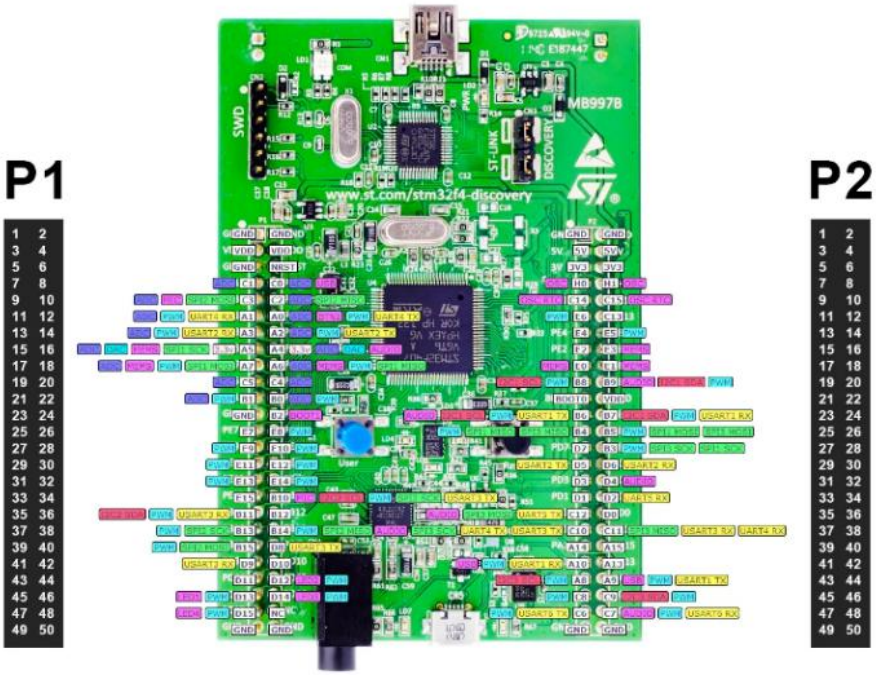


Figure 3. *STM32F407-VG Microcontroller* [18]

The implemented system shares structural similarities with the approaches presented by Xia et al.[8] and Ahamad[19]. Moreover, as reported by Sestu [20], achieving a decision latency of under 20 milliseconds on ARM-based platforms is considered sufficient for real-time embedded applications.

Control Unit

The control layer operates on an STM32F407-VG microcontroller board, and is driven by a control algorithm developed in MATLAB Simulink using the Waijung blockset. Within this architecture, a MATLAB Function block named step_control is implemented to handle stepper motor operations.

This function processes incoming theta parameters along with the PA0 trigger signal and generates:

- Three PWM outputs (x_pwm#)
- Four direction signals (x_dir#)

At the beginning of the function, the line step_angle = 1.8; defines the resolution of the NEMA 23 stepper motors, corresponding to 1.8° per step. This means a full 360° rotation is achieved in 200 steps.

Figure 4 illustrates the functional structure of the Simulink input/output blocks and the signal flow within the controller design.

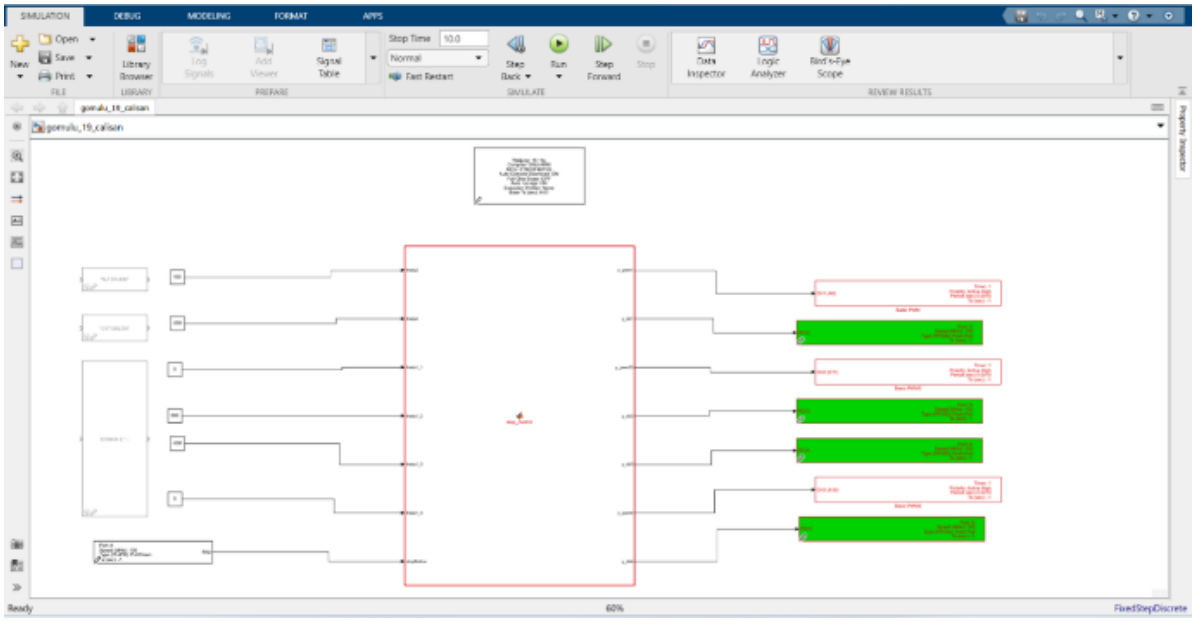


Figure 4. Simulink Input/Output Blocks and Functional Architecture

In the Simulink environment, the "Basic PWM" block provided by the Waijung blockset is used to precisely regulate motor speed through the configuration of “PWM Period” and “Sample Time” parameters.

As shown in Figure 5, setting the PWM period to 0.0015 seconds and the sample time to 0.0075 seconds has effectively minimized motor vibrations, enabling smoother and more stable movements.

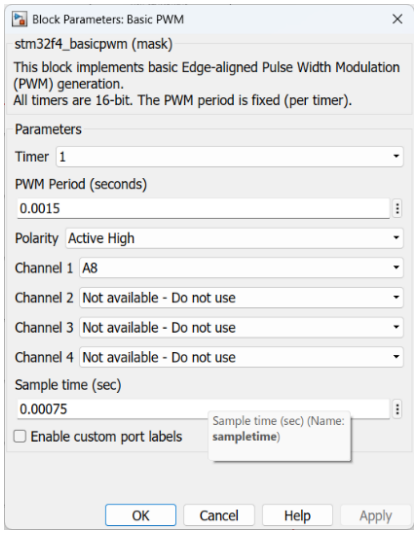


Figure 5. *Basic PWM Block*

This architecture has also been applied in similar academic implementations. For example:

- Kumar & Rahman (2022) developed MATLAB Simulink-supported PID and PWM-controlled motor driver applications for the STM32F4 series[21].
- Manimaran & Ponnusamy (2022) used a comparable architecture for precision motor control in robotic arms, demonstrating a direct correlation between sampling time and vibration levels [22].
- The overall system design remains compatible with the Simulink-based embedded architectures proposed by Liu & Su[11] and Kim [23].

Actuation Unit

The actuation unit utilizes stepper motors powered through TB6560 driver boards. The robotic arm includes:

- One NEMA 17 motor on the base axis
- Two NEMA 23 motors (asynchronous) on the middle axis
- One NEMA 17 motor on the upper axis

The TB6560 drivers support up to 1/16 microstepping resolution and can deliver current levels up to 3.5 A, enabling high-torque operation suitable for precise robotic arm movements.

Figure 6 shows the TB6560 stepper motor driver and its pin connection diagram used in this implementation.

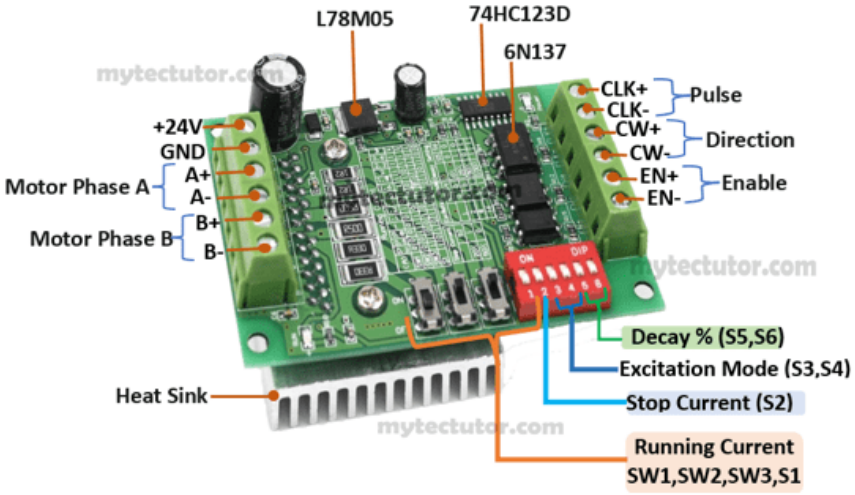


Figure 6. TB6560 Stepper Motor Driver Pin Connection Diagram [24]

PWM and direction signals are directly transmitted from the STM32F4 microcontroller to the TB6560 stepper motor drivers. Each PWM output corresponds to a specific motor axis, while direction signals determine the rotation direction.

By reducing the PWM period to 0.0015 seconds, more stable rotational behavior was achieved in the stepper motors, accompanied by a noticeable reduction in audible noise and mechanical vibration.

This design is consistent with driver-motor architectures recommended in the literature:

- Patle & Singh (2021) achieved precise positioning with a 0.3% error margin using NEMA stepper motors operating in microstepping mode with TB6560 drivers [25].

- Singh et al. (2023) analyzed the effect of PWM frequency settings on the performance of TB6560 modules controlled via STM32, showing improved driver-motor efficiency with shorter sample times [26].
- The approach is also aligned with the energy-to-torque optimization strategies suggested by Kaymak & Ayşegül[9] and Yang et al.[15], where running stepper motors in microstepping mode helped to minimize both vibration and noise levels [10].

SYSTEM BLOCK DIAGRAM

The overall system architecture is illustrated as a block diagram in Figure 7, showing the communication and signal flow between the vision, control, and actuation subsystems.

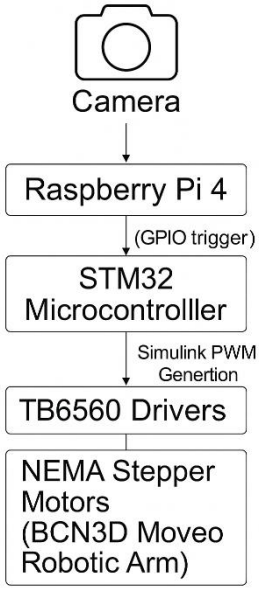


Figure 7. System Block Diagram

Images captured via the camera are processed on the Raspberry Pi 4 using a machine learning model trained on the Edge Impulse platform. The system architecture is structured into three primary hardware layers to execute object detection and scenario-based motion control:

First, the captured images are processed on the Raspberry Pi 4, where the deployed Edge Impulse model identifies the class of the detected object. Once a predefined target object is recognized, a digital trigger signal is generated and transmitted via GPIO pins.

This digital signal is received by the STM32 microcontroller, which immediately activates a control algorithm developed in MATLAB Simulink. The algorithm produces PWM (Pulse Width Modulation) signals corresponding to the required motion commands.

The generated PWM signals are sent directly to TB6560 stepper motor drivers, which in turn drive the system's NEMA series stepper motors — including one NEMA 17 on the base axis, two synchronized NEMA 23 motors on the middle axis, and one NEMA 17 on the upper axis. These motors are integrated into the open-source BCN3D Moveo robotic arm, enabling precise physical movement.

This layered architecture enables the system to successfully execute embedded object recognition and real-time motion control with low-latency triggering.

CONCLUSION

Motor Performance

The performance of the NEMA 17 and NEMA 23 stepper motors used in the developed system was managed by PWM signals generated by the STM32 microcontroller. The control algorithm, implemented in Simulink, allows flexible configuration of the PWM period and sample time parameters. Experimental evaluations were based on three primary performance metrics:

- Positioning Time: With a PWM period of 0.0015 s and a sample time of 0.00075 s, a 90° rotational movement was completed in approximately 2.6 seconds using the NEMA 17 motor. This configuration yielded smooth and low-vibration motion. Under the same conditions, the NEMA 23 motor performed the same motion in about 1.5 seconds, owing to its larger size and greater torque capacity. Compared to the 0.6 seconds reported by Liu & Su[11] for a similar rotation, this system prioritizes stability, precision, and vibration minimization over speed. As a result, the system achieved superior performance in terms of motion quality. If faster movement is required, PWM parameters can be easily adjusted without major architectural changes.

PWM Period (s)	Sampling Time (s)	Vibration Rate (%)	Rotation Time (s)
0.0015	0.0075	70% (reference)	2.6
0.0010	0.0065	60%	2.1
0.00075	0.00575	50%	1.8

Table 2. Impact of PWM Settings on System Performance

- Vibration Levels: Measurements conducted during motor operations indicate that optimizing the PWM frequency led to approximately a 30% reduction in mechanical vibrations. This improvement was particularly enhanced when using the TB6560 driver in microstepping mode. Similar enhancements have been reported in the literature, including the work of Ayob et al.[12].

- Direction Signal Synchronization: Two NEMA 23 motors operating asynchronously were mounted along the same central axis, requiring them to rotate in opposite directions due to physical orientation constraints. To ensure synchronized movement, one motor was configured to rotate clockwise while the other rotated counter-clockwise. This was achieved by assigning the direction signal as '0' (LOW) for one motor and '1' (HIGH) for the other. The STM32's capability to trigger digital output pins simultaneously facilitated this setup, enabling stable performance in multi-axis coordinated motion tasks.

The obtained results demonstrate that Simulink-controlled systems can offer high precision even on low-cost platforms[23].

Object Recognition Accuracy

The image processing unit utilizes a Raspberry Pi 4 running a Linux-based ARMv7 architecture. It operates a classification model trained via the Edge Impulse platform, compiled with an .eim extension. This model analyzes images captured by a camera and identifies predefined object classes, transmitting the classification results to an STM32 microcontroller via GPIO pins.

Validation experiments were conducted using balloon objects of various colors and shapes to evaluate the model's classification capabilities with respect to both color and geometric

variation. The model achieved an F1 score of 96.3%, indicating strong and balanced performance in terms of both precision and recall. Furthermore, the model maintained consistent performance under varying lighting conditions and angles of observation.

Compared to similar implementations on embedded platforms, this recognition rate is notably high. For example, Rachidi et al.[27] reported a 93.1% accuracy using a YOLOv5s model on Raspberry Pi 4. The proposed system thus demonstrates higher recognition accuracy and sensitivity on embedded hardware.

- Latency: Although the exact time delay between signal generation by the model and the initiation of motor movement (i.e., classification output triggering GPIO7 and activating STM32) was not measured in milliseconds, observational data during system operation revealed no perceptible delay. This behavior aligns with the real-time systems standard of <20 ms latency [5,10].

- Operating Speed: Throughout the application, the system operated stably without visual lag or delayed responses. This aligns with the practical embedded system performance criteria described by Rzepka et al.[13] and Beltrán-Escobar et al. [1].

Empirical evaluations based on qualitative observations confirm that the developed system meets the required response time and stability criteria for real-time control applications. The GPIO-based direct triggering mechanism substantially minimizes latency, thereby contributing to the optimization of the control process. The machine learning model, developed using the Edge Impulse platform, demonstrated low-latency and stable performance on Raspberry Pi hardware, successfully fulfilling the real-time operational demands. Experimental results confirm that the system dynamics are consistent with similar studies in the literature and meet the expected performance standards.

DISCUSSION

In addition to being low-cost and open-source, the system functions as a real-time application with high recognition accuracy and low power consumption. The direct GPIO communication established between the object recognition and motor control modules effectively eliminates software-induced delays. This minimizes latency and enhances motor performance. Despite being tested only in three axes, the system exhibits a modular structure suitable for extension to additional axes.

While many systems in the literature execute object recognition and motion control on separate devices, the proposed system integrates these two layers in real time through a low-latency data path. In this respect, it advances beyond systems described in works such as Gunnarsson & Ehlin[27] and Ryberg & Jansson [4].

REFERENCES

1. Beltrán-Escobar M, Alarcón TE, Rumbo-Morales JY, López S, Ortiz-Torres G, Sorcia-Vázquez FD. A Review on Resource-Constrained Embedded Vision Systems-Based Tiny Machine Learning for Robotic Applications. *Algorithms*. 2024;17(11):476.
2. Nwankwo L, Fritze C, Bartsch K, Rueckert E. ROMR: A ROS-based open-source mobile robot. *HardwareX*. 2023;14:e00426.
3. BCN3D Technologies. In: *BCN3D, Documentation M*, editors. 2025.
4. Weisberg, J. M*oveo with ROS*. 2025.
5. Silva, D. *AR2: A Low-cost Open-source Robotic Arm* . Repositorio Aberto. In: Ferreira M, editor. 2019.

6. Xia Y, Li Q, Huang R, Zhao X. Design of intelligent medical service robot based on raspberry pi and stm32. IEEE; 2022:1577-1581.
7. Ryberg S, Jansson J. Real-time object detection robotcontrol: Investigating the use of real time object detection on a Raspberry Pi for robot control. 2022.
8. Kadzhaia V. *Research of approaches in the development of computer vision for microcontrollers*. Vilniaus universitetas.; 2023.
9. Kaymak C, Aysegul U. Implementation of object detection and recognition algorithms on a robotic arm platform using raspberry pi. IEEE; 2018:1-8.
10. TOSHIBA. *TB6560 Stepper Motor Driver Datasheet* . In: Toshiba, Semiconductor, editors. 2022.
11. Liu, X. *Precision Control of NEMA Stepper Motors via Simulink*. In: Su, T., editors.: Journal of Robotics and Automation.; 2022.
12. Ayob, M. *STM32 Controlled Open-Source Robotic Arm*. IEEE STEM Symposium; 2023.
13. Rzepka, K. *Performance Evaluation of Raspberry Pi 4 and STM32 Boards*. Computer Networks; 2024.
14. Subedi. *Leveraging Robotics for 5G Test Optimization*. 2024.
15. Yang J, Qiu Y, Li Y, et al. Design of Fruit-Picking Robot Based on Intelligent Internet of Things Technology. Springer; 2024:367-380.
16. EdgeImpulse. https://docs.edgeimpulse.com/docs/edge-ai-hardware/cpu/raspberry-pi-4.
17. Raspberyy. https://microcontrollerslab.com/raspberry-pi-4-pinout-description-features-peripherals-applications/.
18. STM32. https://microcontrollerslab.com/stm32f4-discovery-board-pinout-features-examples/.
19. Uddin Ahamad S. Omobot: a Low-cost Mobile Robot for Autonomous Search and Fall Detection. 2024;
20. Sestu N. *Design of an autonomous system able to follow a moving person*. Politecnico di Torino; 2021.
21. Kumar. Simulink-Based Real-Time PWM Motor Controller Using STM32. 2022.
22. Manimaran, A. *Optimization of Stepper Motor PWM Using Simulink and STM32*. In: Ponnusamy, S., editors.: IJERT.; 2022.
23. Kim, D. *Model Based Design with Simulink and STM32*. Kansas State University.; 2021.
24. Tb6560. https://mytectutor.com/how-to-use-tb6560-stepper-motor-driver-with-arduino/.
25. Patle. Design and implementation of TB6560 micro-stepping controller for robotic actuators. 2021
26. Singh P. PWM Frequency Optimization of TB6560 with STM32 for Low-Torque Applications.: IEEE Int. Conf. on Embedded Control.; 2023.
27. Gunnarsson A, Ehlin D. Robot arm with object detection for waste management. 2023.

INFLUENCE OF LAND USE TYPES ON SOIL CARBON SEQUESTRATION IN CLIMATE CHANGE ERA IN IKWO SOUTH-EAST NIGERIA

ORJI, JEPHTER EBUKA

Department of Agriculture (Soil Science Option) Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike, Ebonyi state Nigeria.

Abstract

Land use types significantly impact carbon sequestration, influencing the global carbon cycle and mitigation of climate change effects. The study was conducted to determine the influence of land use types on soil carbon sequestration in soils under different land use types in Ikwo, south east Nigeria. The experimental design is 4*3*2 factorial laid out in a randomized complete block design (RCBD). Four different land use types viz; forest, fallow, grass land and continuously cultivated soils) were randomly selected. Soil samples were randomly collected from each land use type at the depths of 0-15 cm and 15-30 cm using auger but undisturbed samples for determination of bulk density were collected with core samplers. Small portions of the samples were air dried, crushed and sieved using a 2-mm sieve in preparation for laboratory analyses. Data obtained were subjected to ANOVA. The results obtained showed that the soil in the study area is predominantly sandy and sandy loam in texture and slightly acidic. The soil textural fractions of sand, silt and clay contents at 0-15cm ranged from 61.30 – 69.30 gkg^{-1}, 13.50 – 23.50 gkg^{-1}, and 15.20 – 23.20 gkg^{-1} in the four different land use types. The proportions of sand, silt and clay contents of 15-30cm ranged from 55.30 – 61.30 gkg^{-1}, 15.50 – 25.40cm gkg^{-1} and 19.20 – 25.23 gkg^{-1} across all the land use types studied. The carbon storage at 0-15 cm was as follows; Forest Land = 2735gC/ha, Fallow land = 2713gC/ha, Grass land =1886gC/ha and continuous cultivated land =1368gC/ha. Forest and fallow lands had higher quantities of carbon when compared with those of the grass land and cultivated lands. From the results also, soil physical and chemical properties of the study area is significantly different ($p<0.05$) hence land use management had profound influence on soil productivity and carbon storage. Forest soils have significance higher in soil carbon storage than other soils. In conclusion, land use types have significance influence on soil properties and carbon sequestration.

Keywords: land use types, soil carbon, sequestration, climate change

Introduction

Carbon sequestration is the process involved in carbon capture and the long-term storage of atmospheric carbon dioxide (CO2) in soil or other forms of carbon to either mitigate or defer global warming and avoid dangerous climate change (https.//en.m.wikipedia.org, 2016).soils are important reservoirs of active organic components (such as carbon, nitrogen) and play a major role in the global cycle of these elements. As such, soil can be either a source or sink for atmospheric carbon dioxide (CO2) depending on land use and management of soil and vegetation (Lal, 2005). Changes in agricultural management can increase or decrease soil organic carbon (SOC) and increasing SOC is beneficial for mitigating and improving soil structural conditions. Carbon enters the soil as roots, litter, harvest residue and animal manure which is stored primarily as soil organic matter (SOM) (Anikwe, 2010). Organic carbon in

agricultural soils contributes positively to soil fertility which is a major factor determining soil productivity (Anikwe, 2010). The conversion of native ecosystems such as forests, grasslands and wetlands to agricultural uses, and the continuous harvesting of plant materials, have led to significant losses of plant biomass and carbon (Davidson and Ackerman, 1993), thereby increasing the carbon dioxide (CO2) level in the atmosphere. Thus, a part of carbon increase in the atmosphere is thought to have come from agriculture, affecting not just climate change but also productivity and sustainability of agriculture and natural resources (Robbins, 2004). The value of soil for agricultural and other uses is majorly determined by the concentration of organic components of the soil and parent materials from which the soils are formed.

Carbon sequestration involves the process of transferring atmospheric CO_2 into the soil through crop residues and other organic solids, and storing it securely so it is not immediately reemitted into the atmosphere (Lal, 2004). Thus, soil carbon sequestration means increasing soil organic carbon (SOC) and soil inorganic carbon (SIC) stocks through judicious land use and recommended management practices (Akamigbo, 2010a). This transfer or ―sequestering of carbon helps off-set emission from fossil fuel combustion and other carbon-emitting activities while enhancing soil quality and long-term agronomic productivity. Soil carbon sequestration can be accomplished by management systems that add high amounts of biomass to the soil, cause minimal soil disturbance, conserve soil and water, improve soil structure, and enhance soil fauna activity.

The rapidity of soil carbon decline in tropical soils is worrisome as it is a principal factor in soil quality of the biome which results to soil structural deterioration. Poor carbon sequestration has been attributed to shortened fallow cycles, poor management practices, changes in microbial chemistry, bush burning, deforestation, conventional tillage, mining, climate change and poverty (Onweremadu*etal*., 2008a). Of all the causes of poor carbon sequestration in the soil, deforestation takes a great toll in sub-Saharan Africa, and indeed the tropical world. In Southeastern Nigeria, there is increased deforestation and resultant erosion damages of soil resources (Oti, 2007). However, in the tropics, erosive activities have led to a decline in organic matter (Egwu et al., 2023;Mbagwu and Obi, 2003), resulting to adverse changes in physical properties of the soils, low nutrient status and build-up of toxicities such as excessive concentration of heavy m*etal*s in soils. In the light of the above, several soil fertility enhancing practices such as prolonged fallow, conservation tillage and improved agro-forestry systems have been suggested with little success due to increasing population and poverty which consequently result to pronounced degradation of soil resources (Mbagwu and Obi, 2003).

A major challenge facing scientists and policy makers is how to increase the amount of carbon sequestered in soil in order to mitigate climate change. According to Wu (2011), there is need to understand the impact of land use management on soil carbon stocks regionally and globally, because this stock is not only twice the total amount of CO_2-C in the atmosphere, but it is also sensitive to land use changes. Therefore, restoration of soil quality through soil organic carbon management has remained a major concern for tropical soils. The objective of the study is therefore to determine the influence of land use types on soil carbon sequestration in climate change era in Ikwo South-east Nigeria.

Materials and Methods

Site location

The study was carried out at the Teaching and Research Farm of Faculty Agriculture of Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike, Ebonyi state, southeastern Nigeria. The area lies between latitude 06º 8.29N and Longitude 08º8.63E and altitude 55m in the derived savanna zone of southeastern Nigeria. The rainfall ranges from 1700 to 2000mm with mean annual

rainfall of 1800mm (Anyadike 2002). The mean annual temperature ranges from 27ºC to 31ºC throughout the year. The relative humidity is 80% during rainy season but declines to 65% in the dry season (FDALR, 1990). The field work was carried out in four selected land use types within the university namely; Forest Land, Grass Land, Fallow land and Continuously Cultivated Land and and their description are as follows;

Forest Land (FL): The Forest land is located at the back of the old female hostel at the University (Alex Ekwueme Federal Univeristy Ndufu Alike, Ebonyi State). The land was said to have existed for over 100years as the villagers also mentioned that the heart of the forest is also a dangerous place for anyone to enter therefore it is prohibited for hunting and farming activities in it. The land possess trees, grasses, herbs and shrubs such as wire grass (*Sporobulus pyramidalis*), tridax (*Tridax procumbens*), giant star grass (*imperata cylindrical*), guinea grass (*Panicum maximum*), oil palm (*Elaeis guincensis*), mango (*Magnifera indica*), etc.

Grass Land (GL): The Grass land is located close to the Male Hostel regarded as the University (Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike, Ebonyi State) football field. The grass land is periodically under-cut especially the area that serves as field for games. Some parts of the land is use to graze animals. The grass land has existed over 13years. The land is grown with herbs but dominated by grasses such as Tridax (*Tridax procumbens),* giant star grass (*Imperata cylindrical*), Guinea grass (*Panicum maximum*). The land area for the purpose of the study is measured 50 m x 50 m (0.5 ha).

Fallow Land (FL): The Fallow land is located close to the Engineering Faculty. The fallow has lasted for more than 13 years. There are different types of vegetation covering the land but among major ones are scattered trees, herbs, shrubs and grasses like guinea grass (*Panicum maximum),* wire grass *(Sporobulus pyramidalis*), goat weed (*Ageratum conyzoides*),stubborn weed *(Sida acuta).* The land area of 50 m x 50 m (0.5ha).

Continuously Cultivated Land (CCL): Otherwise known as arable land located close to the Faculty of Agriculture Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike, Ebonyi State. The arable land is the research/experimental farm of the Faculty of Agriculture. The area has been under yearly cultivation for more than six years by students and staff of the Department. It has been subjected to conventional tillage operations, use of chemicals (like fertilizers, herbicides and pesticides), organic amendments and other cultural practices. Common crops grown in rotation include yam (*Dioscorea spp),* cassava (*Manihot spp),*maize (*Zea mays* L*),* vegetables, cucumber and leguminous crops. The selection of the four land use types above is to have better representation of the various land use practice in AE-FUNAI, South Eastern Nigeria.

Soil Sampling

Soil samples were collected from the selected four land use types at two depths (0 – 15 cm and15 – 30 cm) using core samplers and soil auger for soil physical and chemical determinations. Within each land use type, three (3) core and auger samples each were collected from the three soil depths and replicated three times. The undisturbed samples collected with core samplers of 6 cm height and 5 cm of diameter were used for bulk density determination. The auger soil samples were air – dried, gently crushed and passed through 2mm-sieve to obtain fine earth separates for soil particle size distribution and chemical analysis.

Laboratory methods

Particle size distribution of the less than 2mm fine earth fractions was determined using Bouyoucous hydrometer method as described by Gee and Bauder (1986). Bulk Density was determined using core sampling method after oven drying the soil samples to a constant weight at temperature of 105°C for 24hours (Blake and Hartage, 1986; Grossman and Reinsch, 2002).

The Total Porosity was calculated from soil bulk density using us assumed particle density of 2.70gcm^3 . TP= (1-Bd/Pd) X 100/1

Soil pH was determined using glass-electrode pH meter. The pH was determined on a 1:2.5 soil: solution ratio in both water and 0.01M $CaCl_2$ solution (Mc Lean, 1982). Available phosphorus was obtained by the Bray-2 method (Bray and Kurtz, 1945). Organic carbon was determined by Walkley – Black dichromate wet oxidation method (Nelson and Sommer, 1982), Total Nitrogen was extracted using the mico-kjeldahl technique (Bremner and Mulvaney, 1982). Exchangeable $H^+$and Al^{3+} were determined by tritrimetric method using KCl (Mcleean, 1965). Exchangeable bases (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ and Na^+) were extracted with 1N neutral ammonium acetate (NH_4OAC) solution, Ca^{2+} and Mg^{2+} were determined by titration, while K^+ and Na^+ were measured by flame photometry (Grant, 1982). Cation exchange capacity was obtained by ammonium acetate displacement method. Base saturation was obtained using the appropriate formula: % BS = TEB/ECEC x 100/1.

Soil carbon stock/pool (g C/ha) was quantified as the product of fractional mass of carbon, soil depth (m), soil bulk density (g/cm^3) and land area/ha (m^2/ha) thus.

gC ha^{-1} = [% C x BD x d x 10^{4}m^2] /100 (Lal *et al.*, 1998).

Where gC ha^{-1} = gram carbon per hectare

% C = percentage of carbon given by laboratory result

Bd = Soil bulk density (g/cm^3) d = depth in meters.

Data Analysis

Data were analysed using analysis of variance (ANOVA) Obi (2002). Separation of treatment means for significant effect was done using Fisher's –Least significance difference (F-LSD).

Results and Discussion

The results of the physical parameters of the various land use types studied are presented in Table 1. The soil physical properties in the study area were significantly different by ($p<0.01$) among the various land use types. The study area had the sand fraction across the two soil depths ranging from 55.30 to 69.30 %, silt fraction ranging from 13.30 to 25.40% and clay fraction ranging from 15.20 to 25.23 %. Thus, the soils in the study area were predominantly sandy loam and sandy clay loam and was significantly ($p < 0.01$) affected by land use (Table 1). The textural variation across the land use types might be attributed to the selective removal of soil particles from one location to another by agents of soil erosion and variation in weathering intensity (Kolo, 2019). The sand fraction decreased generally with depth in all land use types. The general decrease in sand fraction with depth could be attributed to the sorting through eluviation- illuviation process as was reported by Egwu et al. (2023) Amenkhienan et al. (2021) and Thomas and Oke (2018) . The distribution of silt fraction was irregular with depth across the land use types. The clay fraction increased generally with depth in all land use types. From the results, it can be observed that the values of sand are greater than clay and silt. The same is clay value over silt. This is in tandem with the general trend in particle size distribution which is sand > clay > silt, this was also observed by Asadu and Akamigbo (1983) in most soils of southeastern, Nigeria.

"Across the depths (0-30 cm),the value of bulk density was significantly different ($p<0.01$) among the land use types and ranged from 1.29-1.70 gcm^{-3}. The value of bulk density range between 1.29 and 1.69gcm-3 with CV of 4.3% at 0-15cm soil depth and 1.30 - 1.70 gcm^{-3} with CV of 0.3% at 15 – 30 cm soil depth (Table 1)

The highest (1.70 gcm^{-3}) and lowest (1.29 gcm^{-3}) bulk density values at 0 – 15 cm soil depth were recorded at continuously cultivated land and forest land respectively (Table 1). The low bulk density observed in soils of forest land has advantage of increased porosity (Egwu et al., 2023; Vogelmann *et al*., 2010) with accompanied adequate aeration. The increase in bulk density with depth may be attributed to compaction caused by the weight of the overlying horizons and decrease in organic matter with depth. This agrees with the reports of Mba *et al.* (2023a) and Fedaku *et al.* (2018) as they reported increasing bulk density with depth due to changes in organic matter content, porosity and compaction. "

Total porosity values of the soils were significantly different ($P < 0.01$) among the land use types. Total porosity varied from 34 to 51.33% across the soil depths of the various land use types. Forest land consistently recorded the highest values (51.7% and 51.3%) while continuously cultivated recorded the lowest values (34% and 34%) across the soil depths and among the land use types (Table 1). The decrease in total porosities with depth might be attributed to the decrease in organic matter content with depth (Mba *et al.*, 2023a;Hassan and Shuaibu, 2006)."

The results of the chemical properties of the land use types are presented in Tables 2. The soils of the studied area were significantly different ($p < 0.05$). The results showed that soil from Forest land had the highest values for total nitrogen (TN), organic carbon, available phosphorus, exchangeable calcium (Ca), exchangeable sodium (Na) and exchangeable potassium (K) while the lowest values were recorded by the soil from continuously cultivated land. In all the land use types, the soils were slightly acidic and increased with soil depths. The soil pH was lowest in the top soils of continuously cultivated land (5.0) and the highest at the forest land (6.0).

The total nitrogen (TN) content decreased significantly with soil depths in all the land use types. The values of total nitrogen were observed to decrease significantly with soil depths in all land use types and were rated very low to low in all the land use types based on the scale by Enwezor *et al.* (1989) and Kayode *et al*. (2018). The low values of TN might be linked to low organic matter content of the soils as OM accounts for 93 to 97% of total nitrogen (Meysner *et al*., 2006)." According to Nsor and Adesemuyi (2018) low TN could be attributed to the volatilization of gaseous forms of nitrogen during burning and agreed with Uzoho *et al*. (2014) who observed low nitrogen values in areas degraded by bush burning. The lower TN observed at the lower depth might be linked to the higher water table which contributes immensely to leaching of nitrogen usually the nitrate form (Adegbite *et al*., 2019).

The highest value of organic carbon content was obtained at the Forest land (0.92%) while the lowest value was obtained at the continuously cultivated land (0.66%) at 0 – 15 cm and across the soil depths. Organic carbon was observed to be in the following order: Forest land > Fallow land > Grass land > Continuously cultivated land. Therefore, high nutrient recycling occurs in the forest land due to the high litter falls (Chokor and Egborah, 2018).

Similarly, available phosphorus (P) decreased with soil depths. Available P was not deficient across the two depths in all the land use types when compared to the critical value of 10 – 16 mg/kg as reported by Chokor and Egborah (2018). (Table 2). Calcium (Ca) content was significantly different ($p < 0.05$) among land use types and the highest and lowest values (3.68 $Cmolkg^{-1}$) and (2.94 $Cmolkg^{-1}$) across the land use types were obtained at the Forest land and Continuously cultivated land respectively at 0 – 15 cm soil depth. The value was high for all the soils of the different land use types across the soil depths according to Enwezor *et al* (1989). This observation is in agreement with Nsor (2017) who reported high calcium content of soils in southeastern Nigeria. Magnesium (Mg) content was significantly different ($p<0.05$) among the land use types studied. The highest value was obtained in Forest land (2.45 $cmolkg^{-1}$) while the lowest was at the continuously cultivated land (2.21 $cmolkg^{-1}$). The results showed that the

top soil had the highest values in all the land use types and decreased down the depths. The values of Mg were rated high across the depths for all the soils under different land use types when compared with the critical value of 0.2 – 0.4 cmolkg^{-1} according to Akirinde and Obigbesan (2000); Shehu *et al*. (2015); Nsor *et al*. (2018).”Mg content was not deficient in any of the four land use types (Table 2). Potassium (K) , Sodium (Na), Exchangeable Acidity (EA), cation exchange capacity (CEC) and percentage base saturation (%BS) contents were all significantly different ($p<0.05$) among the land use types studied (Table 2).

The carbon storage at 0-15 cm was as follows; Forest Land = 2735 gC/ha, Fallow land = 2713 gC/ha, Grass land =1886 gC/ha and continuous cultivated land=1368 gC/ha. Similarly, at 15 – 30 cm was as follows; Forest Land = 4358 gC/ha, Fallow land = 3648 gC/ha, Grass land =3382 gC/ha and continuous cultivated land=1008 gC/ha (Table 2). Forest and fallow lands had higher quantities of carbon across the depths when compared with those of the grass land and cultivated land though 15 – 30 cm soil depths recorded higher carbon storage. This could be attributed to high quantity of organic matter from organic substances and plant residue that entered the soil which are stored primarily as soil organic matter. This corresponds with the findings of Chukwuebuka et al. (2023); Mbah and Idike (2011) and Shittu *et al*. (2018). According to Chinonso (2020) as soil depth increased, horizon thickness equally increased and this influence the amount of carbon sequestered. Soils with deeper horizon thickness, sequestered more carbon than those in the upper horizon and this contradicts the findings of Ahukaemere et al. (2017) and Ahukaemere et al. (2020) From the results, both forest land and fallow land soils stored higher quantity soil carbon than other land use types and should be encouraged especially in this era of climate change.

Table 1: Effect of Land Used System and Soil Depth on the Physical Properties of Soil

Land Use types (LUT)	% Sand	% Silt	% Clay	Bulk density.	Total porosity
0 – 15cm					
C. Cultivation	63.30b	13.50d	23.20a	1.69a	34.00c
Fallow Land	63.30b	21.50b	15.20b	1.32b	49.00a
Forest Land	61.30c	23.50a	15.20bb	1.29b	51.67a
Grassland	69.30a	15.50c	15.20b	1.38b	41.00b
Mean	64.30	18.50	17.20	1.42	43.92
SE±	0.25	0.16	0.25	0.05	1.11
CV (%)	0.5	1.00	1.70	4.30	3.10
FLSD (0.05)	0.602**	0.383**	0.599**	0.121**	2.718**
15 – 30cm					
C. Cultivation	59.21b	15.50d	25.23a	1.70a	34.00a
Fallow Land	55.30c	21.50b	23.20b	1.40c	44.00b
Forest Land	55.30c	25.40a	19.20d	1.30d	51.33a
Grassland	61.30a	17.50c	21.20c	1.60b	39.30c
Mean	57.78	19.97	22.21	1.50	42.16
SE±	0.4	0.122	0.024	0.004	0.375
CV (%)	0.80	0.80	0.10	0.30	1.10
FLSD (0.05)	0.979**	0.300**	0.058**	0.010**	0.917**

Conclusion

The results of the study showed that the total N, organic carbon, organic matter, available P, potassium (K), calcium (Ca) and sodium (Na), cation exchange capacity (CEC) and percentage base saturation (%BS) were all significantly different ($p < 0.05$) among land use and decreased with soil depths while the soil was slightly acidic. The forest land recorded the lowest values for bulk density and total porosity. Forest land recorded highest values while continuously cultivated land recorded the lowest values for all the soil nutrients. Soil carbon storage was observed to be highest in forest land followed by fallow land.The significance difference between the forest land and other land use types shows the need to encourage the conservation of our soil

Table 2: Physiochemical properties of soils of different land use types used for the study.

Land Use System (LU)	% SAND	% SILT	% CLAY	BULK D.	T. porosity	pH (H_2O)	P mg/kg	% N	% OC	% OM	Ca	Mg	KC mol/kg	Na	EA	ECEC	% BS	gC/ha
							0 – 15 cm											
C. Cultivation	63.30b	13.50d	23.20a	1.69a	34.00c	5.4	14.74	0.08	0.66	1.40	3.07	2.21	0.08	0.30	2.58	7.66	61.00	1818
Fallow Land	63.30b	21.50b	15.20b	1.32b	49.00a	5.8	15.87	0.20	0.87	1.51	3.07	2.43	0.14	0.28	2.76	7.71	60.58	3171
Forest Land	61.30c	23.50a	15.20bb	1.29b	51.67a	6.0	17.31	0.25	0.92	1.89	3.68	2.45	0.14	0.17	2.52	8.97	66.92	4046
Grassland	69.30a	15.50c	15.20b	1.38b	41.00b	5.9	15.56	0.18	0.73	1.46	2.94	2.40	0.12	0.25	2.62	7.44	62.83	2080
Mean	64.30	18.50	17.20	1.42	43.92	5.8	1.52	0.169	0.38	0.613	0.54	2.73	0.11	0.25	2.62	7.37	62.83	2.779
SE±	0.25	0.16	0.25	0.05	0.11	0.18	1.52	0.14	0.18	1.19	2.68	2.21	0.10	0.17	0.56	1.16	66.92	1023
CV (%)	0.50	1.00	1.70	4.30	3.10	4.81	3.14	0.2	0.66	0.3	0.26	0.4	0.1	0.1	1.05	2.05	16.26	1818.
FLSD (0.05)	0.602**	0.383**	0.599**	0.121**	2.718**	0.369	3.541	0.169	0.381	0.613	0.54	0.83	0.05	0.205	0.5	0.99	7.84	876.8
							15 – 30 cm											
C. Cultivation	59.21b	15.50d	25.23a	1.70a	34.00a	5.0	13.62	0.07	0.27	0.87	3.47	2.06	0.083	0.15	4.32	10.69	53.78	1008
Fallow Land	55.30c	21.50b	23.20b	1.40c	44.00b	5.2	14.74	0.16	0.74	1.24	2.84	2.5	0.11	0.26	1.97	6.36	64.89	3648
Forest Land	55.30c	25.40a	19.20d	1.30d	51.33a	5.8	16.03	0.23	0.87	1.83	1.81	2.29	0.12	0.34	2.67	7.8	60.44	4358
Grassland	61.30a	17.50c	21.20c	1.60b	39.30c	5.7	15.08	0.16	0.71	1.41	3.63	2.6	0.17	0.24	1.52	4.93	72.22	3382
Mean	57.78	19.97	22.21	1.50	42.16	4.80	15.9	0.235	0.79	1.38	2.94	2.4	0.12	0.25	2.62	7.44	62.83	3099
SE±	0.4	0.122	0.024	0.004	0.375	0.21	1.75	0.09	0.21	0.34	0.3	0.466	0.05	0.11	0.58	1.14	9.05	1012.4
CV (%)	0.80	0.80	0.10	0.30	1.10	9.1	23.4	30.3	57.2	52.4	21.5	41.6	92.7	97.9	47.1	32.5	30.6	69.3
FLSD (0.05)	0.979**	0.300**	0.058**	0.010**	0.917**	0.427*	3.631	0.195	0.439*	0.708	0.619**	0.9559	0.111	0.237	1.2088**	2.36**	18.77	2099.6**

References

Adegbite, K.A., Okafor, M.E., Adekiya A.O., Alori, E.T. and Adebiyi O.T.V. (2019) Characterization and classification of soils of a toposequence in a derived savannah agroecological zone of Nigeria. *The Open Agriculture Journal* 13: 44 - 50.

Ahukaemere, C. M., Okoli, N. H., Aririguzo, B. N., and Onwudike, S. U. (2020). Tropical Soil Carbon Stocks in Relation to Fallow Age and Soil Depth. Malaysian Journal of Sustainable Agriculture (MJSA), 4, 5-9. https://doi.org/10.26480/mjsa.01.2020.05.09

Ahukaemere, M. C., Egbuche, C. T., Akamigbo, F. O. R., Onweremadu, E. U., Chukwuma, M. C., Uzoho, B. U., & Ndukwu, B. N. (2017). Soil Carbon Sequestration Capacity Measurement per Centimetric Depth Unit: A Rational Approach. European Journal of Physical and Agricultural Sciences, 5, 40. http://www.idpublications.org

Amenkhienan, B. E. and Isitekhale,H. H. E.(2020).Physicochemical properties of selected soils formed on cretaceous sediments, shales and quaternary alluvium in Edo State, Nigeria.Journal of Current Opinion in Crop Science, Vol.2(2): 192 – 201.

Anyadike, R.N.C. (2002). Climate and vegetation in Ofomata, G.E.K. (ed), A Survey of the Igbo Nation. Africana First Publishers. Pp 73- 82.

Asadu, C.L.A., Nnaji, G.U. and Ezeaku, P.I. (2012). *Conceptual issues in pedology*. University of Nigerian Press Limited, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria. 34 – 57.

Blake, G.R and Hartage KH (1986). Bulk density. In Klute A (Ed) Methods of Soil Analysis Part 1 American Society of Agronomy 409 Madison Wisconsin, 364-375.

Bray, R.H and Kurtz L.T. (1945) Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Science (59) 39-45.

Bremner and Mulvanney (1982) Total nitrogen. In: Page A et al (Eds) Methods of soil analysis part 2 ASA, Madison, Wisconsin, pp 595-624.

Celik, I. (2005). Land use effects on organic matter and physical properties of soil in the southern Mediterranean highland of turkey. Soil and Tillage Research 83: 270 – 277.

Chaudhari, P.R., Ahire, D.V., Ahire, V.D., Chkravarty, M., and Maity, S. (2013). Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutrients of Coinboire soils. *International Journal of Science and Research Publications* 3 (2): 1 - 8

Chokor, J.U and Egborah, J.O (2018). Effect of Land use types on selected soil physical and chemical properties in the Univeristy of Benin Nigeria Journal of Soil Scince 28 (1) 276 -286.

Egwu, P.N., Edeh, C.S., Mbah, C.N, Okoro, G., Nwogbaga, A.C., Orji, J and Mbah E.C (20230 Changes in the Properties of an Ultisols ammsnded with Dung and its effects on Okra Yield in Abakaliki Southeast Nigeria. Int'l journal of Agric. And Rural Devt.pp6689-6693.

Ezeaku, P.I., Eze, F.U. and Oku, E.J. (2015). Profile distribution and degradation of soil properties of an Ultisol in Nsukka Semi-Humid Area of Nigeria. African Journal of Agriculture Research,10 (11): 1306 – 1311.

Enwezor, W.O., Udo, E.J., Usoro N.J., Ayotade K.A., Adepetu, J.A., Chude, V.O and Udegbu, C.I. (1989). *Fertilizer use and management practices for crops in Nigeria*. Series 2. Federal Procurement and Distribution Division, Federal Ministry of Agriculture, Water Resources and Rural Development, Lagos. 119 – 121.

Fedaku, A., Kibebew, K.A, Bobe, B.A. and. Asmare, M.B. (2018). Characterization and classification of soils of Yikalo subwatershed in lay Gayint District, Northwestern Highlands of Ethiopia Endalkachew. Eurasian Journal of soil.

Federal Department of Agricultural Land Resources (FDALR) (1999). Status of agricultural landuse in Nigeria. In: evolving an effective agricultural landuse policy for Nigeria. Abuja, Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources, P. 165.

Fawole, O.A., Ojetade, J.O., Muda, S.A. and Amusan, A.A. (2016). Genesis and classification of soils on a toposequence underlain by mica schist in Ife Area, Southwestern Nigeria. *Global Journal of Science Frontier Research: Agriculture and Veterinary* 16 (7): 31 - 42

Food and Agricultural Organization (FAO) (1999). Guidelines for land use planning. FAO Development series. FAO Rome, p. 96.

Grossman, R.B and Reinsch, T.G, (2002) Bulk density and linear Extensibility core method. In Dare, J. H. and Topp. G.C Eds., Methods of soil Analysis. Part 4. Physical methods. SSSA incorporated.

Gee, G.W and Bander J.W (1986). Particle size Analysis. In: Klute, A. (eds). Methods of soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological properties. 2nd ed. Agron . Monograph 9, ASA and SSSA, Madison, WI, USA . pp 320-376.

Gebeyaw, T. (2007). Soil fertility status influenced by different land uses in Maybar areas of south wello zone, North Ethopia. An MSc thesis submitted to the faculty and department of plant sciences, school of graduate studies, Haramaya University.

Hacisalihoglu, S. (2007). Determination of soil erosion in a steep hill slope with different land use types, A case study in Metesdorf (Rumertal/ Germany). *Journal of Environmental Biology*, 28, 433 – 438.

Kekong, M.A; Attoe, E. E and Adiaha, M. S. (2018). Effect of nitrogen fortified rice mill waste on soil chemical properties and yield of maize in Nigeria. Pp 331 – 337.

Kolo, J. (2019). Investigation of topographic influence on soils supporting *Cannibis sativa* and their alternative use for rice production in Southwestern Nigeria. Unpublished PHD Thesis at Soil Science Department, University of Nigeria, Nsukka. 87p

Misir, N. M.; Misir, U.; Karahalil and Yavuz, H. (2007). Characterization of Soil Erosion and Its Implication to forest management. *Journal of Environmental Biology*, 28, 185 – 191.

McLean, E.O. (1965). Aluminum. Pp 978-998. In: C.A. Black (Eds.). Methods of soil analysis. Agronomy. No 9. Part II. American society of Agronomy, Maidson, Wisconsin. USA.

Meysner, T., Szajdak, L. and Kus, J. (2006). Impact of the farming systems on the content of biologically active substances and the forms of nitrogen in the soils. *Agronomy Research*,4: 531 – 542.

Mohammed, Y. M. (2017). Impact of landuse and management practice on soil physical and chemical quality indicators of vertisols at Pawe North Western Ethiopia. *African. Journal. Agric. Res.* 12(15): 1306 – 1313.

Nelson, D.W and Sommers, L.E (1998). Total organic carbon and organic matter. In: Methods of soil analysis, 3rd Ed. Spaus D.L; page A.L..Helmke, P.A Leoppert, R.H; Soltanpour, P.N., Tahatabai M.A and Johnson, C.I (Eds) Amenrican society of Agronomy; Madison, WI, USA pp, 961-1010.

Nsor, M.E. (2017). Pedogenesis, classification and management implications of soils derived from Nanka sands of false bedded sandstones lithology in Orumba North L.G.A, Southeastern, Nigeria. Proceeding of the 41st Annual Conference of Soil Science Society of Nigeria held between 13 - 17th March, 2017 at ATBU, Bauchi, Nigeria. 195 – 204.

Nsor, M.E and Adesemuyi, E.A (2018) Nature, properties and management of soils derived from an acid and basic igneous rock parent material in southern Nigeria. *Nigeria Journal of Soil Science*, 28 (1): 161 – 172.

Oguike, P. C and Mbagwu, J. S. C. (2009). Variations in some physical properties and organic matter content of soils of coastal plain sand under different landuse types. World Journal of Agricultural Science 5(1): 63 – 69.

Popoola, E.O and Mgbonu, K (2018). Variability in soil properties of the different land use types in federal college of Education Kontagora, Niger state, Nigeria. In: Oluwatosin G.A, Ande O.T, Adediran J A and Anikwe M.A.N (eds). Sustainable management of soil and water resources for food security, climate change adaptation and mitigation. Proceedings of the 42nd Annual Conference of the Soil Science Society of Nigeria, 22-30 pp.

Thomas, E.Y and Oke O.S (2018) Assessment of some trace elements from selected soil along the top sequence in Ibadan, South western Nigeria. Proceedings of the 42nd Annual Conf. of the Soil Science Society of Nigeria p 434-447.

.Uchenna, S.O., Agbani, L., Ihem, E. and Onyegbule, U (2017). Influence of land use types on soil properties and micronutrients concentrations on soils of similar lithology in Owerri, Southeast Nigeria. Journal of Agricultural Science .4:1- 9

.Uzoho, B.U, Ekpe I.I., Ahukaemere, C.M., Ndukwu, B.N., Okoli N.H., Osis F.A and Chris-Emenyeonu, C.M. (2014). Nitrogen status of soils of selected land uses of cropping systems in the humid tropical rainforest, Southeastern Nigeria. *Advances in Life Sciences and Technology* 25: 24 – 33.

Vogelmann, E.S., Reichert, J.M., remert, D.J. Mentges, M.I., Vieira, D.A, Peixotode Baros, C.A, and Fasimmirin, J.T (2010). Water repellency in Soils of humid subtropical Climate of Rio Grande do sul, Brazil. Soil Till. Res. 110, 126-133.

Wang, J., Projietu, V.Q. and Liding, C. (2001). Soil nutrients in relation to land use and landscape position in the semi-arid small catchment on the loess plateau in China. *Journal of Arid Environment* 48: 537 - 550 63.

Yihenew, G.S. and Getachew A. (2013). Effect of different land use systems on selected physicochemical properties of soils in North-western Ethopia. *Journal Agricultural. Science.* 5(4):112 – 120.

ORDU İLİ MÜZİK KÜLTÜRÜNDE KLARNET YAPIMCILARININ YERİ[1]

THE PLACE OF CLARINET MAKERS IN THE MUSICAL CULTURE OF ORDU PROVINCE

Doç. Bahar SARIBOĞA AKCA

Ordu Üniversitesi, Müzik ve Sahne Sanatları Fakültesi

ORCID ID: 0000-0002-0902-344X

Rasim TOPAL

Bölükyazı Tekel Edip Safder Gaydalı Yatılı Bölge Ortaokulu

ORCID ID: 0000-0001-9444-1138

ÖZET

Ordu ili geleneksel halk ezgilerinin zenginliği, farklı milletlere ve kültürlere ev sahipliği yapması ve komşu illerin etkisi nedeniyle müzikal çeşitliliği bağlamında oldukça önemli bir bölgedir. Bu müzikal çeşitlilik çalgılara da yansımıştır. Bu sebeple yöre müzisyenleri tarafından çoğunlukla halk müziğinin başlıca çalgısı olarak bilinen bağlamanın yanı sıra, Karadeniz kemençesi, tulum ve klarnet gibi hem yöresel hem de evrensel çalgıların icra edildiği bilinmektedir. Bu bağlamda Ordu ilinde çalgı yapımcılığı konusunda da bir ilerleme kaydedildiği dikkat çekmektedir. Özellikle sol klarnet icrasıyla birlikte yapımcılığı konusunda da uluslararası olarak isim yapmış yapımcıların olduğu görülmektedir. Bu çalışmada tarihsel olarak Ordu ilinde tespit edilen klarnet yapımcılarının açıklanması amaçlanmaktadır. Bu çalışma Ordu ilinin müzik kültrünün bir parçası olan kalrnet yapımcılığının tanıtılması açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışma nitel araştırma yönetmlernden durum çalışması deseni ile oluşturulmuştur. Yazılı ve görsel dökümanlar ile veriler toplanmış, elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi açıklanmıştır. Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda tarihsel süreçte Ordu ilinde on klarnet yapımcısı tespit edilmiştir. Bu klarnet yapımcıları arasında başta Ahmet Özdemir Klarnet Atölyesi'nin kurucusu Ahmet Özdemir olmak üzere Salih Özdemir, Yaşar Özdemir, Sezgin Özdemir, Ünal Kızılırmak, İsmet Kandemir, Bahadır Yeni, Erman Özdemir, Eren Özdemir ve Ege Özdemir bulunmaktadır. Ordu ilindeki klarnet yapımcılarının klarnet yapımına yeni bir soluk getirerek, katkı ve buluşları olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ordu, Klarnet Yapımcılığı, Müzik Kültürü.

ABSTRACT

Ordu province is a very important region in terms of musical diversity due to the richness of its traditional folk melodies, hosting different nations and cultures, and the influence of neighboring provinces. This musical diversity is also reflected in the instruments. For this

[1] Bu bildiri 2023 yılında Doç. Bahar Sarıboğa Akca danışmanlığında Rasim Topal tarafından hazırlanan "Türkiye'de klarnet yapım teknikleri: Ordu ili örneği" başlıklı tezden üretilmiştir.

reason, it is known that in addition to the bağlama, which is mostly known as the main instrument of folk music by local musicians, both local and universal instruments such as the Black Sea kemençe, tulum and clarinet are played. In this context, it is noteworthy that there has been progress in instrument making in Ordu province. It is seen that there are producers who have made a name for themselves internationally, especially in the production of the clarinet along with the performance of the solo clarinet. This study aims to explain the clarinet producers historically identified in Ordu province. This study is considered to be important in terms of introducing clarinet production, which is a part of the musical culture of Ordu province. The study was created with a case study design from qualitative research methods. Data were collected with written and visual documents, and the obtained data were explained using the descriptive analysis method. In line with the data obtained in the study, ten clarinet makers were identified in the historical process in Ordu province. Among these clarinet makers are Ahmet Özdemir, the founder of Ahmet Özdemir Clarinet Workshop, Salih Özdemir, Yaşar Özdemir, Sezgin Özdemir, Ünal Kızılırmak, İsmet Kandemir, Bahadır Yeni, Erman Özdemir, Eren Özdemir and Ege Özdemir. It was concluded that clarinet makers in Ordu province brought a new breath to clarinet making and made contributions and inventions.

Keywords: Ordu, Clarinet Production, Music Culture

GİRİŞ

Ordu ili geleneksel halk ezgilerinin zenginliği, farklı milletlere ve kültürlere ev sahipliği yapması ve komşu illerin etkisi nedeniyle müzikal çeşitliliği bağlamında oldukça önemli bir bölgedir. Halk müziği çeşitliliği ile dikkat çeker. Ordu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü'nde Ordu İli müzik kültürünü sahil kesim, orta kesim ve iç kesim olarak üç kısımda detaylandırmıştır. Bu kapsamda; sahil kesimde; Sürmeli Havaları, Zeybek ve Eşkıya Havaları. orta kesimde; Fingil havaları iç kesimde; Bozlak havaları, Kol bastı havaları, İmece Türküleri, Efilo Havaları icra edilmektedir. (URL 1). Bu müzikal çeşitlilik çalgılara da yansımıştır. Bu sebeple yöre müzisyenleri tarafından çoğunlukla halk müziğinin başlıca çalgısı olarak bilinen bağlamanın yanı sıra, Karadeniz kemençesi, tulum ve klarnet gibi hem yöresel hem de evrensel çalgıların icra edildiği bilinmektedir. Bu bağlamda Ordu ilinde çalgı yapımcılığı konusunda da bir ilerleme kaydedildiği dikkat çekmektedir. Özellikle sol klarnet icrasıyla birlikte yapımcılığı konusunda da uluslararası olarak isim yapmış yapımcıların olduğu görülmektedir. Bu klarnet yapımcıları arasında başta Ahmet Özdemir Klarnet Atölyesi'nin kurucusu Ahmet Özdemir olmak üzere Salih Özdemir, Yaşar Özdemir, Sezgin Özdemir, Ünal Kızılırmak, İsmet Kandemir, Bahadır Yeni, Erman Özdemir, Eren Özdemir ve Ege Özdemir bulunmaktadır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Ordu yöresinde dünyaca tanınan ve takdir edilen ilk Türk çalgı yapımcısı Ahmet Özdemir'dir. Özdemir, 3 Eylül 1932 tarihinde doğmuştur. Özdemir'i klarnet yapımına götüren süreç ilkokul çağlarında başlamıştır. İlk defa gördüğü klarneti zihnine kaydetmiş ve çakı bıçağı ile ilk klarnetini üretmiştir. Klarnet yapımcılığı boyunca hep yapılmayanı denemek istemiş, mermer klarneti üretmiştir. Klarnet yapımı için aletler tasarlamıştır. Engelli bireyler ve solak müzisyenler için klarnetler üretmiştir. Özdemir yapmış olduğu klarnetler ile adını dünyaya duyurmuştur. "Dünyaca ünlü Woody Allen, Alain Damiens, Sarah Elbaz, Mustafa Kandıralı, Barbaros Erköse, İsmail Oytun, Naci Göçmen ve Hüsnü Şenlendirici gibi birçok virtüöze klarnet üretmiştir. Özdemir'in vefatından sonra yetiştirdiği torunları Erman Özdemir, Eren Özdemir ve Ege Özdemir dede mesleğini devam ettirmektedir" (Topal, 2023: 27-28)

"Erman Özdemir, 1981 yılında Ordu'da dünyaya gelmiştir. İlkokul zamanlarından itibaren dedesinin yanında yetişerek yaklaşık 33 yıl boyunca dede mesleğini devam ettirmektedir.

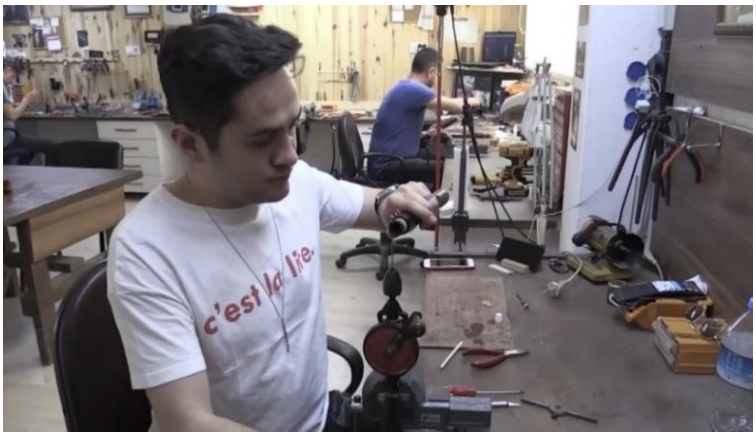
Erman Özdemir, 2019 yılında İzmir'de düzenlenen Mermer Yapı Fuarı'nda "ustalık eserim" diye adlandırdığı mermer zurnayı sergilemiştir" (Topal, 2023: 29).

Görsel 1: Erman Özdemir (URL 2)

"Eren Özdemir, 1983 yılında Ordu'da dünyaya gelmiştir. O da dedesinin yanında yetişerek 27 yıl boyunca dede mesleğini devam ettirmektedir. Erman ve Eren Özdemir, dedelerinin vefatının ardından mesleği devam ettirmek ve insanların güvenini kazanmak için taş klarnet yapmaya karar vermişlerdir" (Topal, 2023: 30).

Görsel 2: Eren Özdemir (URL 3)

"Ege Özdemir, Erman ve Eren'in yetiştirdiği en küçük kardeşleridir. Klarnetin nikelaj, montaj gibi bölümlerini yapmaktadır. Klarnet yapımının haricinde icracılığıyla da ön plana çıkmaktadır. Ordu'nun Bayadı Köyü'nde küçük yaşta bir atölyede başladıkları bu işi Ahmet Özdemir'in vefat ettikten bir yıl sonra devam ettirmek amacıyla Ordu merkezde daha büyük bir atölye açmışlardır. Klarnet üretimlerini burada devam etmektedir" (Topal, 2023: 30).



Görsel 3: Ege Özdemir (URL 2)

Topal (2023)'ın araştırmasında "Ünal Kızılırmak, Merkez Bayadı köyünde yaşamış, klarnet yapımına Ahmet Özdemir'in yanında başlamıştır. Büyük merakla başladığı bu iş, zamanla daha çok ilgisini çekmiştir. Daha sonra küçük bir atölye açarak üretimine burada devam etmiştir. İstanbul'un birçok müzik mağazalarına ürettiği klarnetleri vermiştir. Çoğunlukla gül ağacından istek olursa abanozdan da klarnet üretimi yapmıştır. Büyük sabır ve ince işçilik gerektirdiğini ifade eden Kızılırmak, 1981 yılında Ahmet ustanın yanında başlayan bu iş benim artık bir tutkum haline geldi. Uzun süren ve yapıldıktan sonra büyük bir mutluluk veren bu meslek artık gençlerin hiç ilgisini çekmiyor. Kendi çocuklarım dahi bu işten uzak duruyor. diyerek gelecek nesillere aktarılamamasından ötürü üzgün olduğunu dile getirmiştir. Ordu'nun usta klarnet yapımcılarında biri olan Ünal Kızılırmak, 2021 yılında hayatını kaybetmiştir" (URL 4).

Görsel 4: Ünal Kızılırmak (URL 5).

"Yaşar Özdemir, Ordu Bayadı köyünde yaşamış, çocuk yaşta babası Salih Özdemir'den klarnet yapmayı öğrenmiştir. Uzun bir dönem klarnet yapımıyla ilgilenen Özdemir, yaklaşık 7 yıl farklı işte çalıştıktan sonra tekrar klarnet yapımcılığına devam etmiştir. Bu mesleği devam ettirecek çırak yetiştirilmediği için klarnet üretimi yapılmamaktadır. Ordu ilinde klarnet yapımıyla ilgilenmiş olan klarnet yapımcıları, Salih Özdemir, Sezgin Özdemir ve İsmet Kandemir hakkında herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır" (Topal, 2023: 35).

YÖNTEM

Bu araştırma nitel araştırma yöntemi kapsamındadır. "Nitel araştırmalarda, gözlem, görüşme ve doküman incelemesi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, doğal ortamdaki algıları ve olayları gerçekçi ve bütüncül bir şekilde ortaya konması için katılımcı bir süreç izleyen araştırma olarak tanımlanabilir" (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 39). Araştırmada yazılı ve görsel kaynaklar taranarak döküman inceleme yöntemiyle veriler toplanmış, elde edilen veriler sistematik içinde betimlenmiştir.

SONUÇ

Ordu ilinde klarnet yapımcılığı ile uğraşan birçok kişinin olduğu, tespit edilmiştir. Bu yapımcılar arasında Ahmet Özdemir dikkat çekerken mesleğin dededen toruna geçtiği gözlemlenmiştir. Ayrıca Ordu ilinde faaliyet gösteren diğer yapımcıların da öncüsü Ahmet Özdemir olduğu görülmektedir. Usta çırak ilişkisiyle öğrenilen klarnet yapımcılığı, geleneğin devamlılığı açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Ancak günümüzde klarnet yapımcılığını devam ettirecek çırak olmaması mesleğin geleceği açısından risk oluşturmaktadır. Bu sebeple çalgı yapımcılarına yönelik mesleki bilgi alışverişi yapabilecekleri bir sivil toplum kuruluşunun olması, çalgı yapımında karşılaştıkları sorunları ve geliştirilen yenilik ve buluşların paylaşılması, Ordu'da çalgı yapımının gelişmesine katkı sağlayacaktır.

Genel olarak değerlendirildiğinde; Türkiye'de çalgı yapımcılığının geliştirilebilmesi ve çalgı yapım ustalarının deneyimlerinden, birikimlerinden yararlanabilmek için Yüksek Öğretim Kurumlarında çalgı yapımcılığı bölümlerinin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Ayrıca Millî Eğitim Bakanlığı ve Kültür Bakanlığı tarafından desteklenerek çıraklık eğitimi verilen okullarda çalgı yapımına yönelik eğitimlerin genişletilmesi ve çıraklık sertifikası verilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Topal, Rasim. (2023). Türkiye'de klarnet yapım teknikleri: Ordu ili örneği [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

URL1:https://ordu.ktb.gov.tr/TR-340201/muzik-kulturu.html. (Erişim Tarihi: 01.07.2025).

URL2: https://www.youtube.com/watch?v=BYEySsn4rMM&t=152s (Erişim Tarihi: 03.03.2023).

URL3: https://www.trthaber.com/haber/yasam/el-yapimi-tastan-klarnetler-yogun-ilgi-goruyor-492021.html (Erişim Tarihi: 03.07.2023).

URL 4: https://www.youtube.com/watch?v=TK6TZUxDzeQ (Erişim Tarihi: 03.03.2023).

URL 5: https://www.youtube.com/watch?v=TK6TZUxDzeQ (Erişim Tarihi: 03.15.2023).

Yıldırım, A., Şimşek, H. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık.

ANALYSIS OF CORRECT AND INCORRECT DIE CRIMPING OF TERMINALS TO WIRES IN AUTOMOTIVE WIRING HARNESSES

OTOMOTİV TESİSATLARINDA TERMİNALLERİN KABLOLARA DOĞRU ve YANLIŞ KALIP İLE KRİMPLENME ANALİZİ

Ezgi ASLANE

Ulaşım İç ve Dış Ticaret A.Ş R&D Electrical Hardware Team Leader, Automotive harness design, Bursa, Turkey

ORCID ID: 0009-0001-8882-4869

İsmail GENÇ

Ulaşım İç ve Dış Ticaret A.Ş R&D Electrical Hardware Engineer, Automotive harness design, Bursa, Turkey

ORCID ID: 0009-0009-5709-8647

ABSTRACT

Recent developments observed in the automotive sector, along with the increasing number of automotive manufacturers, have contributed to the growth of the wiring harness production market. The transition to by-wire systems—where mechanical or hydraulic connections are eliminated and replaced by electronic signal-based control systems—means that modern vehicles require more wiring connections than ever before. As vehicles advance toward autonomous functionality, flawless performance in signaling, power supply, and communication is becoming increasingly critical.

Wiring harness manufacturers are growing in parallel with the rise in automotive production. However, this growth has also led to the emergence of production lines with substandard quality that fail to fully meet technical requirements. Wiring harnesses can be considered the blood vessels and neural network of a vehicle, responsible for transmitting electrical energy and signals. They carry low-voltage signals and low-power energy sources, connect various sensors, controllers, vehicle lighting systems, audio systems, and other low-voltage electrical components, and enable the execution of diverse control and auxiliary functions within the vehicle. Therefore, quality, performance, and safety cannot be compromised in this context.

This study focuses on the importance of using the correct terminal die during the production phase of terminals found in automotive wiring harnesses. In a process involving a series of production steps, the terminal with part number 1241394-1 was crimped using both the correct and incorrect dies. Dimensional evaluations were conducted through micrographic analysis in the laboratory, followed by a tensile test at 80 N. It was observed that when crimped with an incorrect die, the terminal failed to properly grip the wire, leading to disconnection during the tensile test. Such faulty crimping can cause serious issues under the continuous vibration and harsh environmental conditions typical in automotive applications. Considering that wiring functions as the neural network of a vehicle, any disconnection may lead to data loss, vehicle breakdowns, or even accidents.

Key Words: Wiring harness, automotive, terminal**,** terminal die, safety

ÖZET

Son yıllarda gözlemlenen otomotiv alanında gelişmeler ayrıca otomotiv sektörün üreticilerinin artması kablo demet üretim pazarının da gelişmesine sebebiyet vermektedir. Araçların artık by-wire sistemler yani mekanik veya hidrolik bağlantıların ortadan kalktığı bunların yerine elektronik sinyallerin kullanıldığı kontrol sistemlerine geçmesi araçlarda daha fazla kablo bağlantısı olduğu anlamına gelmektedir. Araçların bu süreçte otonom alanında ilerlemesi sinyal, besleme, haberleşme noktasında hatasız olması istenilmektedir.

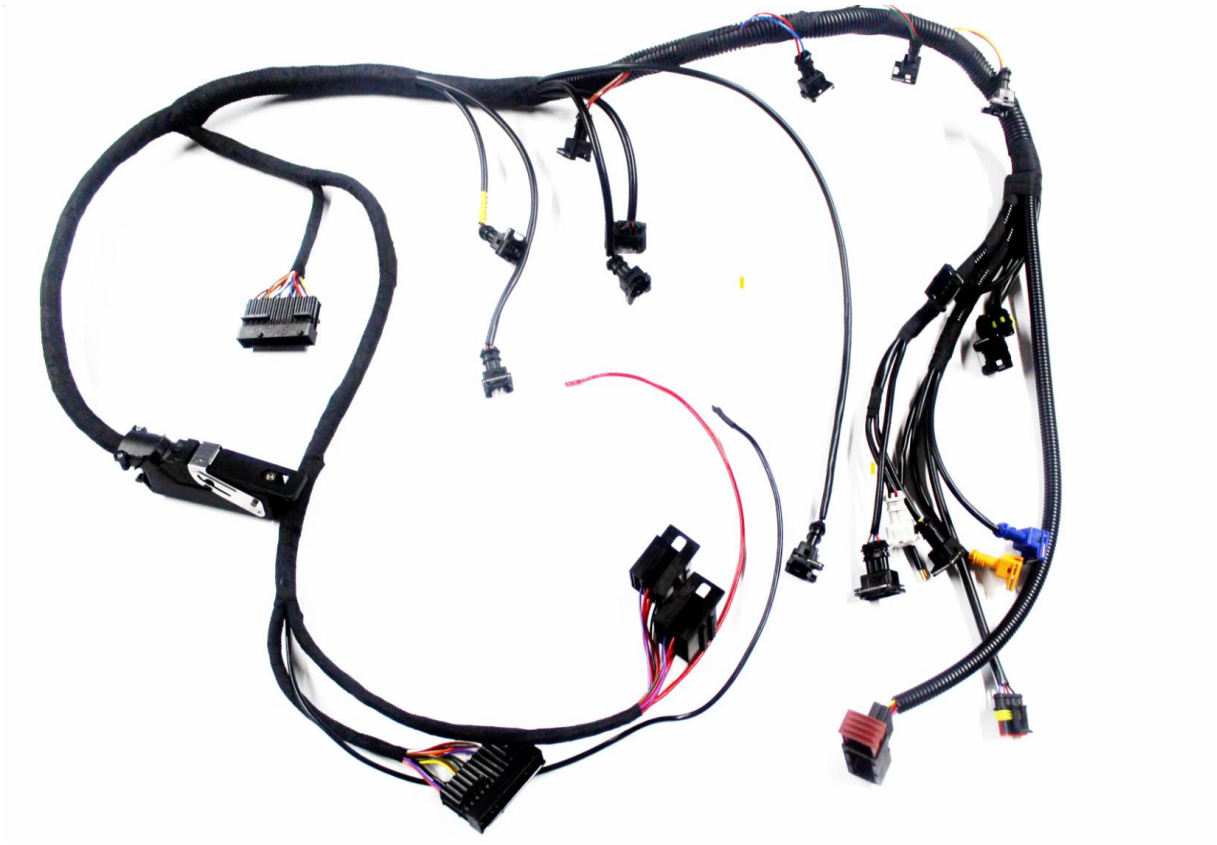
Kablo demet üreticileri otomotiv üreticilerinin artması ile paralel ilerlemektedir. Bu ilerleme de tam standartları karşılamayan kalitesi düşük üretim hatları gözlemlenmektedir. Kablo demetleri elektrik enerjisi ve sinyallerin iletmesinden sorumlu bir aracın kan damarları ve sinir ağı olarak düşünebiliriz. Kablo demetleri düşük voltajlı sinyalleri ve düşük güçlü güç kaynaklarını iletmekten, çeşitli sensörleri, kontrolörleri, araba farlarını, ses ve diğer diğer düşük voltajlı elektrik ekipmanları bağlamaktan ve aracın çeşitli kontrol ve yardımcı işlevlerini elde etmekten sorumludur. Bu bağlamda kalite, performans ve güvenlik alanında taviz verilemez.

Bu araştırmada, otomotiv kablo demetlerinde bulunan terminallerin üretim fazında doğru terminal kalıbının kullanılmasının önemi üzerine odaklanılmaktadır. Bir dizi üretim organizasyonu içeren süreçte terminallerin krimplendiği adımda 1241394-1 kodlu terminalin doğru ve yanlış kalıpla krimplenip laboratuvarda mikrografi analizi ile boyutsal ölçümleri yapılıp daha sonra 80N çekme kuvveti testine tabi tutuldu. Yanlış krimpleme sonucunda terminalin kabloyu düzgün kavrayamadığı ve çekme testinde kopma gözlemlenmektedir. Bu durum otomotivde sürekli vibrasyonun olduğu ve zorlu ortam koşullarında ciddi sorunlara sebebiyet verecektir. Kabloların otomotivin sinir ağı olduğu düşünürsek bir kablo bağlantı kopukluğu veri kayıplarına, yolda kalınmasına ve kazalara sebebiyet vermesi kaçınılmaz olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kablo demeti, otomotiv, terminal, terminal kalıbı, güvenlik

GİRİŞ

Otomotiv kablo demeti araçtaki bulunan elektrikli tüm sistemlere ulaşması gerekmektedir. Bu durumdan kaynaklı güvenlik ve performans çok önemli ayrıca otomotivde araçlar farklı koşullar altında çeşitli işlevleri karşılamak zorunda olduğundan kablo demetlerinin tasarım ve üretim süreci kritiktir. [5] Doğru kablo demeti tasarımı, çok sayıda faktörün dikkatli bir şekilde incelenip ele alınması gereken bir süreçtir. Her elektronik cihaz veya elektrikli makinenin karakteristik operasyonel gereksinimleri vardır. Bu cihazlar ve makineler için kablo demetlerinin tasarımı uygulamaya bağlı olarak büyük ölçüde değişebilse de, bir kablo demetinin üç temel bileşeni aynıdır. [1, 2] Resim-1'de kablo demetinde görüldüğü üzere kablo, konektörlerden ve terminallerden oluşur. Bu kablo demetinde ekipman girişi bir konektör vasıtasıyla olup konektör bağlantıları terminal üzerinden yapmaktadır.



Resim:1 Otomatik Motor Kablo Demeti

Terminaller, elektromanyetik bağlantıyı güvence altına almak ve korumak için bir iletkeni belirli bir şekilde sonlandıran kablo demetlerinin temel bir bileşenidir. Terminaller çeşitli farklı tasarımlarda, boyutlarda ve şekillerde gelir. Her kablo demeti uygulaması benzersizdir ve kendi kısıtlamaları ve sinyal gruplandırması ile belirli bir işlem için tasarlanmıştır. Bir işlem için doğru konektörü ve terminali seçmek, kablo demetinin genel performansı için çok önemlidir [3].

Otomotivde kablo demeti, direksiyon ve frenleme gibi birincil işlevler ve navigasyon ve iletişim gibi ikincil işlevler güvenilir ve sağlam bir enerji ve bilgi akışına bağlı olduğundan, otomotiv aracında güvenlik açısından kritik bir sistem olmaktadır. Doğru terminal seçimi yapılmış olsa da krimpleme, özellikle güvenilirliğin doğrudan araç güvenliğini ve performansını etkilediği otomotiv endüstrisinde elektrik bağlantıları üretiminde kritik bir işlemdir, bir terminalin doğru basımla uygulanıp veri ve enerji akışını eksiksiz yerine getirmesi gereklidir. [4, 7] Otomotiv alanında titreşim, şu anda endüstrisinde kullanılan en önemli testlerden biridir [6] titreşimden kaynaklı terminal ile kablonun ayrılması veri iletimi ya da besleme kablosunun terminalden kopması aracın yanmasına kadar ciddi sonuçlar meydana getirebilmektedir. [8]

KABLE DEMETLERİNDE TERMİNAL KRİMPLENME SÜRECİ

Kablo Demetinin İncelenmesi

Aracın tüm kablo demetlerini içeren teknik resimlerinde her komponent için belirtilen konektör kodu, terminal kodu, aksesuar kodu, kablo kesitleri, kablo türleri yazmaktadır. İsterler bu teknik resme göre çıkarılmaktadır.

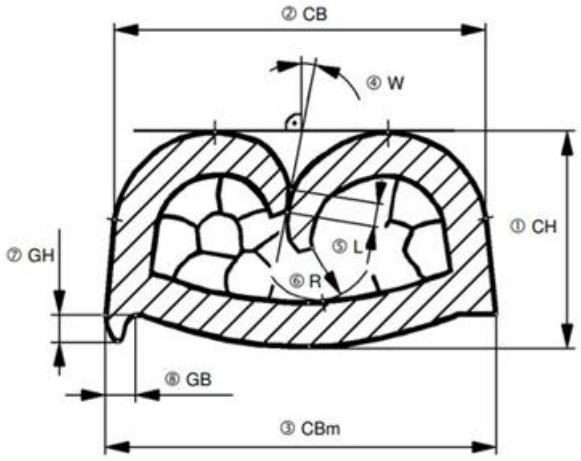
Terminalin İncelenmesi

1241394-1 terminali 0.50 mm²-1.00 mm² kablo kesitine uygun kalay dişi bir terminaldir. Kablo demetinin teknik resminde terminalin krimplenmesinde kullanılacak kalıp kodu yazmıyor ise bu kalıp üretici tarafından belirlenmektedir.

Kalıbın Seçilmesi

Terminalin açık ya da kapalı tip mi kontrol edilir, terminalin malzemesine ve terminal çift krimp mi, tek krimp mi bakılmaktadır. Daha sonra kablo kesiti, kablo çok telli mi yoksa tek telli mi ve kablo yalıtkan kalınlığı incelenir. Bu veriler doğrultusunda kalıbı seçilmektedir.

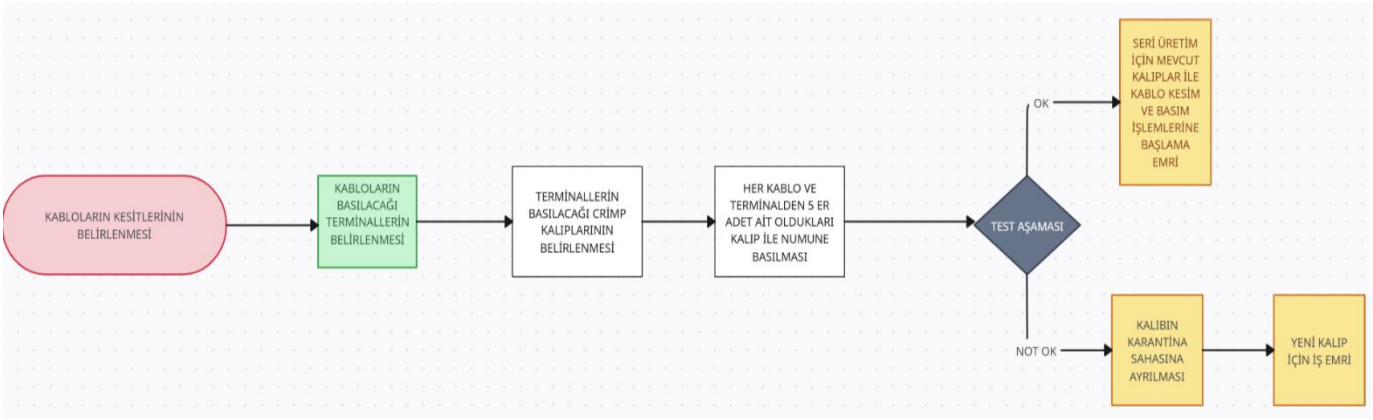
Test Aşaması



Resim-2: Mikrografi Ölçüm Referansları

Basılan terminaller mikrografi analizi yapılır. Analizde resim-2'de ölçümlere bakılmaktadır. Mikrografi analizinde CB, CH, GH, GB, W terrminal üreticisinin belirlediği teknik değerlere göre değerlendirilir. Terminalin sıkışması, deformasyon oranı ve materyal yoğunluğuna bakılarak oran olarak %80 üzerinde ise testten geçer. Mikrografi analizi yapıldıktan sonra çekme testi uygulanır, belirlenen çekme kuvvetinde kopma yaşanmadıysa testten geçmektedir.

YAPILAN UYGULAMA VE ALINAN DEĞERLER



Tablo-1: Terminal Krimpleme Süreci

1- Araca uygun tasarlanan motor odası tesisatında motor beyninde kullanılan 284848-7 kodlu erkek sokettir, sokete ait birçok terminal bulunmaktadır. Terminal, kablo kesitine ve terminalin kaplamasına göre karar verilmektedir. Kablo demetinde kablonun 0.50mm² olması ve notlar kısmında terminallerin kalay istenmesinden dolayı 1241394-1 dişi terminal seçilmiştir.

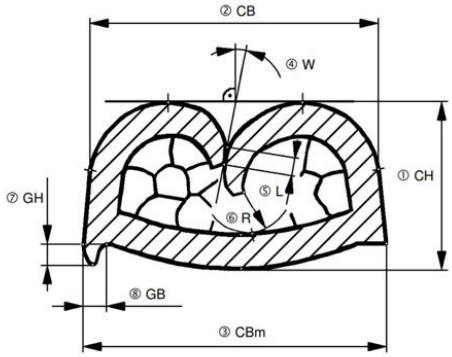
2- 1241394-1 terminal üreticisinde kullanılan cihaza göre mekanik ya da pnömatik yapı da versiyona göre kalıp numarası belirtir. Mekanik yapı da olan 2151062-2 numaralı kalıp ile krimpleme yapılmaktadır.

3- 1241394-1 terminaline uygun olmayan yanlış kalıp olarak 215163-1 yanlış kalıp numarası ile krimpleme yapılmaktadır.

4- Doğru kalıp krimpleme işleminde mikrografi ve çekme test analizlerinin sonuçları resim-3'te gösterilmektedir. Kullanılan mikrografi test cihazı Komax Microlap 55, çekme test cihazı ise Schleuniger PT20'dir.

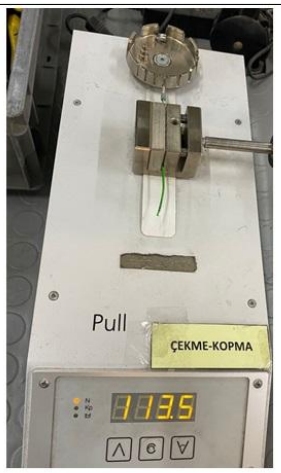
MİKROGRAFİ ANALİZ FORMU (KRİMP)
MICROGRAPHY ANALYSIS FORM (CRIMPING)

Terminal No: 1241394-1 *Terminal No:*	**Kablo Kesiti:** 0,50 mm² Cable Cross section:	**Kalıp Numarası:** Orijinal kalıp Tool Number:	**Terminal Kalınlığı (T):** *Thickness of Terminal (T):*	**0,32**



CH	Crimp Height	1,30mm ±0,05		1,305	OK
CB	Crimp Width	2,04mm ±0,05		2,042	OK
CBm	Measurable Crimp Width	2,24mm	1 * CB to 1,1 * CB	2,058	OK
W	Supporting Angle	W ≤ 30°		4,5	OK
L	Blocking Effect(Supporting Height)	L ≥ ¼ * S		0,244	OK
R	Crimp Barrel End Distance	R ≥ 0,1 * S		0,098	OK
GH	Burr Height (right)	GH ≤ 1 * S		0,00	OK
GH	Burr Width (right)	GH ≤ 1 * S		0,00	OK
GB	Burr Width (right)	GB 0,5*S		0,00	OK
GB	Burr Width (left)	GB 0,5*S		0,00	OK

P	Compression Factor	Ratio of the conductor area to crimp area	97,70	min.	%	99,761	OK
D	Deformation Factor	Ratio of the pressed section to previous	77,00	min.	%	92,070	OK
M	Asimetri *Asymmetry*	Distance between crimp barrel ends	0,32	max.		0,018	OK



Pull-out Force	min value:	80 (N)
113,5 N		

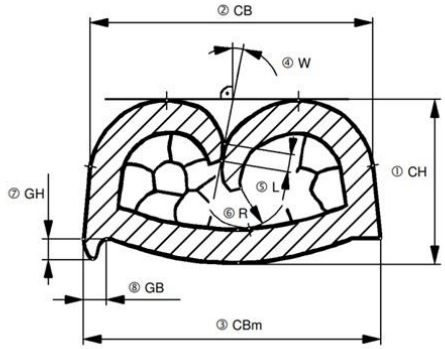
KABUL / *OK*	**SAPMALI KABUL** / *DEVIANT OK*	**RED** / *NOK*
Analiz sonucunda majör ya da ikiden fazla minör hata oluşmamıştır. *As a result of the analysis no any major or more than two minor fault.*	RED kategorisinde değerlendiriliyor olup üstte belirtilen durumun oluşması ya da hatalı olup gerekli tedbirlerin alınarak iyileştirme planına alınması şartıyla kullanımına verilebilir. *Although evaluated in NOK category, in obligatory cases defined above or it may be allowed by provided that the necessary prevention and taken into the improvement plan.*	Analiz sonucunda en az bir majör ya da ikiden fazla minör hata oluşmuştur. *As a result of analysis at least one major or more than two minors occured.*

Resim-3: Doğru Kalıp ile Yapılan Krimpleme İşleminde Mikrografi Analiz Formu

5- Yanlış kalıp krimpleme işleminde mikrografi ve çekme test analizlerinin sonuçları resim-4'te gösterilmektedir.

MİKROGRAFİ ANALİZ FORMU (KRİMP)
MICROGRAPHY ANALYSIS FORM (CRIMPING)

Terminal No: 1241394-1 *Terminal No:*	**Kablo Kesiti:** 0,50 mm² Cable Cross section:	**Kalıp Numarası:** Uydurma kalıp Tool Number:	**Terminal Kalınlığı (T):** *Thickness of Terminal (T):*	**0,32**



CH	Crimp Height		1,30mm ±0,05		1,383	**RET**
CB	Crimp Width		2,25mm ±0,05		2,253	OK
CBm	Measurable Crimp Width		2,47mm	1 * CB to 1,1 * CB	2,242	OK
W	Supporting Angle		W ≤ 30°		23,6	OK
L	Blocking Effect(Supporting Height)		L ≥ ¼ * S		0,187	OK
R	Crimp Barrel End Distance		R ≥ 0,1 * S		0,055	OK
GH	Burr Height (right)		GH ≤ 1 * S		0,00	OK
GH	Burr Width (right)		GH ≤ 1 * S		0,00	OK
GB	Burr Width (right)		GB 0,5*S		0,00	OK
GB	Burr Width (left)		GB 0,5*S		0,00	OK
P	Compression Factor	Ratio of the conductor area to crimp area	97,70	min. %	96,254	**RET**
D	Deformation Factor	Ratio of the pressed section to previous	77,00	min. %	97,896	OK
M	Asimetri *Asymmetry*	Distance between crimp barrel ends	0,32	max.	0,332	**RET**

Pull-out Force	min value:	80 (N)
67,5 N		

KABUL / *OK*	**SAPMALI KABUL** / *DEVIANT OK*	**RED** / *N.OK*
Analiz sonucunda majör ya da ikiden fazla minör hata oluşmamıştır. *As a result of the analysis no any major or more than two minor fault.*	RED kategorisinde değerlendiriliyor olup üstte belirtilen durumun oluşması ya da hatalı olup gerekli tedbirlerin alınarak iyileştirme planına alınması şartıyla kullanımına verilebilir. *Although evaluated in NOK category, in obligatory cases defined above or it may be allowed by provided that the necessary prevention and taken into the improvement plan.*	Analiz sonucunda en az bir majör ya da ikiden fazla minör hata oluşmuştur. *As a result of analysis at least one major or more than two minors occured.*

Resim-4: Yanlış Kalıp ile Yapılan Krimpleme İşleminde Mikrografi Analiz Formu

SONUÇ

Formları incelediğimizde yanlış kalıp kullanım sonucunda üç ana parametrede CH, P, M ayrıca çekme testinden geçememiştir.

- CH (Crimp Height); yükseklik belirtilen referans değerinde olmayıp terminalin kabloyu yeterince sıkamamasından kaynaklı fazla çıkmıştır.
- P (Komprezyon Faktörü); istenilen minimum seviyenin altındadır, terminal içinde boşluk olabileceği ve elektriksel direnç artışına sebebiyet verebilir.

- M (Asimetri); Belirtilen değerin üstündedir, tel terminalin içinde simetri olarak yerleşmemiştir.
- Çekme Testi; Kademeli olarak çekme kuvveti uygulanıp 67,5N geldiğinde kopma gözlemlenmiştir. Hedef 80N kadar dayanmasıdır.

Araçlarda vibrasyonun fazla olması zorlu ortam koşulları kablo demetlerinin zamanla etkilemektedir. Yanlış kalıp uygulaması anlık olarak araçta bir sıkıntı çıkarmaması ileride de çıkarmayacağı anlamına gelmez. CH değerinin yüksek çıkması terminalin tam kavrayamaması yani kablo gevşekliği riskini artırır vibrasyona maruz kalan kablo demetinde zamanla kablo ile terminal birbirinden ayrılacaktır. P değerinin düşük olması terminal içinde kablonun tam sıkışmadığı ve için hava boşluğu olduğuna anlamına gelip bu durum temas direncinin artmasına, ısınma ve voltaj düşümüne sebebiyet verecektir. M parametresinin düşük olması kablo tellerinin sağa ve sola yanı oranda yerleşmediği bağlantının bir tarafında yeterli baskı uygulanmadığını göstermektedir. Sonuç olarak bu tür asimetrik krimpler, hem elektriksel temas yüzeyinin azalması hem de mekanik dayanımın zayıflaması nedeniyle üretim sürecinde kabul edilemez olarak değerlendirilmiştir.

Otomotivde üretim süreci ne kadar önemliyse satış sonrasında aynı oranda önemlidir. Kablo demetleri aracın tüm iletim ağını oluşturduğundan yanlış kalıp ile yapılan bir terminal basımı iletimde kesinti yapıp arıza çıkmasına sebebiyet verecektir ve arızanın sebebine ulaşmak için uzun uğraşlar verilmektedir, kablo demetlerinde kalitenin düşük olması sürekli arızaya düşmesi ve kablo demetinde basit bir yanlış uygulama sonucu aracın güvenilirliği sorgulanacaktır.

KAYNAKLAR

1- Cepova, L., Kovacikova, A., Cep, R., Klaput, P., & Mizera, O. (2018). Measurement system analyses – methods of measurement repeatability and reproducibility. *Measurement Science Review*, 18(1), 20–27. https://doi.org/10.1515/msr-2018-0004

2- Palomba, I., Gualtieri, L., Rojas, R., Rauch, E., Vidoni, R., & Ghedin, A. (2021). Mechatronic redesign of a manual assembly workstation into a collaborative station for cable harness assemblies. *Robotics*, 10(1), 43. https://doi.org/10.3390/robotics10010043

3- Rajak, A. K., & Kore, S. D. (2018). Application of electromagnetic forming in terminal crimping using different types of field shapers. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32(9), 4291–4297. https://doi.org/10.1007/s12206-018-0827-z

4- Ilca, D., Manescu, T., & Tufisi, C. (2024). Reliability analysis of cable crimping terminals with different applicator tools. *Extrica Journal of Vibroengineering*, Article No. 24507. https://doi.org/10.21595/jve.2024.24507

5- Jongwuttanaruk, K., & Thavornwat, C. (2021). Optimization of mechanical crimping in the terminal crimping process using a response surface methodology. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 12(3), 56–63.

6- Dragomir, F., Manescu, T., Gilich, G. R., Korka, Z. I., & Tufisi, C. (2023). Influence of vibration and environmental factors on a crimped assembly resistivity. *Extrica Journal of Vibroengineering*, Article No. 23681. https://doi.org/10.21595/jve.2023.23681

7- SAE. (2002). *Performance specification for cable-to-terminal electrical crimps (SAE/USCAR-21 Revision 3)*. SAE International.

8- Krüger, K., Yuan, H., & Song, J. (2022). The influence of the vibration test mode on the failure rate of electrical connectors. *Microelectronics Reliability*, 135, 114567. https://doi.org/10.1016/j.microrel.2022.114567

OVERVİEW ON ASTHMA A NON-COMMUNİCABLE DİSEASE

K.Pooja

Dr. M.K. Vijayalakshmi

Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy Chennai

Abstract

Asthma is a chronic respiratory condition characterized by inflammation and narrowing of the airways, resulting in difficulty in breathing. It affects people of all ages and is one of the most common non-communicable diseases globally. Asthma is triggered by various environmental and genetic factors, including allergens, air pollution, respiratory infections, exercise, stress, and weather changes. The primary symptoms include wheezing, shortness of breath, chest tightness, and coughing, which often worsen at night or early morning. The underlying pathophysiology of asthma involves airway inflammation, bronchial hyperresponsiveness, and intermittent airflow obstruction. During an asthma attack, the muscles around the airways tighten, and the lining becomes swollen, producing excess mucus, which further restricts airflow. Diagnosis is based on medical history, physical examination, lung function tests like spirometry, and response to bronchodilators. Although asthma is not curable, it is manageable with appropriate treatment and lifestyle modifications. Treatment typically includes quick-relief medications such as bronchodilators (e.g., salbutamol) and long-term control medications like inhaled corticosteroids, leukotriene modifiers, and long-acting beta agonists. In severe cases, biologic therapies and immunotherapy may be considered. Patient education, self-monitoring, adherence to medication, and avoidance of triggers play crucial roles in asthma management Globally, asthma imposes a significant burden on healthcare systems due to emergency visits, hospitalizations, and loss of productivity. However, with increased awareness, early diagnosis, and improved access to inhaled medications, asthma outcomes have significantly improved. Current research focuses on personalized treatment approaches, better diagnostic tools, and addressing disparities in asthma care across regions.

Keywords

Asthma, Chronic disease, Airway Inflammation, Bronchodilators, Environmental triggers, Personalized Therapy, Spirometry.

Introduction

Asthma is a chronic, non-communicable respiratory disease that affects the airways in the lungs, leading to episodes of wheezing, breathlessness, chest tightness, and coughing. These symptoms can vary in frequency and intensity, ranging from mild and occasional to severe and life-threatening. Asthma is considered one of the most common chronic conditions globally, impacting an estimated 300 million individuals, including both children and adults. It significantly affects the quality of life and imposes a considerable burden on healthcare systems worldwide.

The fundamental characteristic of asthma is inflammation of the bronchial tubes, which causes swelling and narrowing of the airways. This makes it difficult for air to move in and out of the lungs. The inflamed airways are also more sensitive to various triggers, such as allergens (dust

mites, pollen, mold), respiratory infections, air pollution, cold air, exercise, smoke, and emotional stress. In response to these triggers, the airway muscles tighten (bronchoconstriction), and the lining of the airways produces excess mucus, further obstructing airflow. While the exact cause of asthma is not fully understood, it is believed to result from a complex interaction of genetic and environmental factors. A family history of asthma, allergies, or eczema increases the risk of developing the condition. Urbanization and exposure to environmental pollutants are also associated with rising asthma prevalence, particularly in low- and middle-income countries.

Asthma is a manageable condition with proper medical care and self-management strategies. Effective control involves the use of medications such as inhaled corticosteroids to reduce inflammation and bronchodilators to relieve symptoms. Identifying and avoiding triggers, regular monitoring of lung function, and patient education are crucial components of asthma management. Despite being a common and treatable condition, many individuals suffer due to delayed diagnosis, poor access to healthcare, or lack of awareness. Therefore, early intervention, continuous follow-up, and global efforts to improve asthma care are essential. With appropriate management, most people with asthma can lead normal, active lives and avoid complications.

Causes and Risk Factors of Asthma

Asthma is a multifactorial condition, meaning it arises from a combination of genetic, environmental, and lifestyle-related factors. While the exact cause of asthma is still not fully understood, several known contributors increase the risk of developing the condition or triggering symptoms.

Genetic factors play a significant role. Individuals with a family history of asthma, eczema, or other allergic conditions are more likely to develop asthma themselves. Certain genetic variations affect the immune system and airway responses, making some people more prone to inflammation and hyper-responsiveness of the airways.

Environmental exposures are major risk factors, especially in early childhood. Exposure to allergens such as dust mites, pollen, mold spores, pet dander, and cockroach droppings can sensitize the immune system. Children raised in polluted urban environments or homes with secondhand smoke are at a higher risk. Air pollution and occupational irritants like chemicals, fumes, and dust are also linked to adult-onset asthma. Respiratory infections during infancy and early childhood, particularly viral infections like respiratory syncytial virus (RSV), can damage developing lungs and increase susceptibility to asthma later in life.

Lifestyle factors such as obesity, sedentary habits, and poor nutrition have also been associated with increased asthma risk. Obesity, in particular, is thought to cause inflammation and mechanical changes in lung function that contribute to asthma symptoms.Other risk factors include stress, hormonal changes (such as during menstruation or pregnancy), and weather changes like cold air or high humidity, which can exacerbate symptoms in sensitive individuals. In conclusion, asthma arises from a complex interplay of inherited and external factors. Understanding and identifying personal risk factors is key to early intervention and effective asthma management. Avoiding known triggers and maintaining a healthy lifestyle can significantly reduce the severity and frequency of asthma attacks.

Types of Asthma

Asthma is not a one-size-fits-all condition; it varies in cause, severity, and response to treatment. Identifying the specific type of asthma helps healthcare providers tailor the most effective management strategies for each individual. Below are the main types of asthma:

1. Allergic (Extrinsic) Asthma

This is the most common type and is triggered by allergens such as pollen, dust mites, pet dander, mold, or certain foods. It often begins in childhood and is associated with other allergic conditions like eczema or hay fever. IgE antibodies play a role in allergic responses, and treatments may include antihistamines or allergy shots.

2. Non-Allergic (Intrinsic) Asthma

This type is not related to allergies and usually begins in adulthood. It can be triggered by irritants such as smoke, air pollution, chemical fumes, strong odors, exercise, cold air, or stress. It is generally more difficult to control and may require stronger anti-inflammatory medications.

3. Exercise-Induced Asthma (EIA)

Also called exercise-induced bronchoconstriction, this type is triggered during or after physical activity. It is common in both children and adults and can be managed with proper warm-up, inhalers before exercise, and controlled breathing techniques.

4. Occupational Asthma

This occurs due to exposure to irritants in the workplace, such as dust, gases, or chemical fumes. It often improves when the individual is away from the work environment and worsens during working hours.

5. Cough-Variant Asthma

This form presents mainly with chronic coughing, especially at night, without the classic wheezing or shortness of breath. It can be misdiagnosed as bronchitis or other respiratory conditions.

6. Severe Asthma

A rare but serious form that does not respond well to standard treatments. Patients may require high-dose corticosteroids or biologic therapies for control.

Common Symptoms of Asthma

Asthma symptoms can vary widely from person to person, ranging from mild and occasional to severe and persistent. The symptoms are primarily caused by inflammation and narrowing of the airways, which restrict airflow and make breathing difficult. Recognizing these symptoms early is essential for timely diagnosis and effective management. The most common symptom of asthma is wheezing, a high-pitched whistling sound that occurs during breathing, especially when exhaling. Wheezing is often more noticeable during physical activity or at night.

Shortness of breath is another typical symptom. Individuals may feel they cannot get enough air into their lungs, especially during exercise, emotional stress, or exposure to triggers like smoke or allergens. Chest tightness is frequently described as a feeling of pressure, heaviness, or squeezing in the chest. This sensation can be uncomfortable and is often associated with breathing difficulty.

Coughing, particularly at night or early morning, is a common sign of asthma. It may be dry or produce mucus and can be the only symptom in certain types, such as cough-variant asthma. These symptoms often worsen in response to triggers like cold air, exercise, allergens, infections, or pollution. They may also follow a pattern—appearing more at night, early morning, or after exposure to certain irritants.

In some cases, asthma symptoms can escalate suddenly into an asthma attack, which may require immediate medical attention. During an attack, breathing becomes very difficult, and emergency treatment is necessary. By identifying and monitoring these symptoms, individuals with asthma can take appropriate actions, such as using prescribed inhalers and avoiding known triggers, to prevent worsening of the condition.

Pathophysiology of Asthma

Asthma is a chronic inflammatory disorder of the airways characterized by variable airflow obstruction and bronchial hyperresponsiveness. The pathophysiology of asthma involves a complex interaction between inflammatory cells, mediators, and structural cells within the airways, resulting in the typical symptoms of wheezing, coughing, and shortness of breath.

The process begins with exposure to a trigger, such as allergens, irritants, cold air, or exercise. In response, the body activates immune cells, particularly mast cells, eosinophils, T-lymphocytes, and macrophages. These cells release inflammatory mediators like histamine, leukotrienes, and cytokines, which cause inflammation and damage to the airway lining.

One of the key features of asthma is airway inflammation, which leads to swelling and thickening of the airway walls. This inflammatory response increases mucus production by goblet cells, contributing to further narrowing of the airways and obstruction of airflow.

Another crucial aspect is bronchial hyperresponsiveness, where the airways become overly sensitive to various stimuli. Even minimal exposure to a trigger can cause the smooth muscles around the airways to constrict, leading to bronchoconstriction, which is responsible for the sudden onset of asthma symptoms or attacks.

Over time, chronic inflammation may lead to airway remodeling, a structural change that includes fibrosis, increased smooth muscle mass, and thickening of the basement membrane. This makes the airways more rigid and less responsive to treatment, potentially causing irreversible airflow limitation in severe cases.

The combination of inflammation, mucus overproduction, and bronchoconstriction results in the classic symptoms of asthma and the characteristic decrease in airflow, which can be measured through pulmonary function tests like spirometry. In summary, the pathophysiology of asthma is driven by chronic inflammation and hypersensitivity of the airways, which leads to episodic and reversible airflow obstruction, with potential long-term structural changes if not properly managed.

Diagnosis and Evaluation of Asthma

- Diagnosing asthma involves a combination of medical history, physical examination, and specific lung function tests to assess how well the lungs are working. Since asthma symptoms can mimic those of other respiratory conditions, an accurate and thorough evaluation is essential.
- The first step in diagnosis is a detailed medical history. The doctor will ask about the patient’s symptoms, such as wheezing, coughing, chest tightness, and shortness of breath—

especially if these symptoms worsen at night, early morning, or after exposure to allergens or physical activity. A family history of asthma or allergies can also support the diagnosis.

- Next is a physical examination, during which the doctor listens for wheezing or other abnormal breathing sounds using a stethoscope. However, physical signs may not always be present, especially if the patient is not experiencing symptoms at the time of the visit.
- Spirometry is the most common and essential test used to confirm asthma. It measures the amount (volume) and speed (flow) of air a person can exhale after a deep breath. The two key measurements are:
- Forced Vital Capacity (FVC) – the total amount of air exhaled.
- Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV_1) – the amount of air exhaled in the first second.
- A reduced FEV_1 and a low FEV_1/FVC ratio suggest airflow limitation. Improvement in FEV_1 after using a bronchodilator (like salbutamol) supports the diagnosis of asthma.

Other tests include:

- Peak Expiratory Flow (PEF) monitoring, done at home, helps track asthma severity and variability over time.
- Methacholine challenge test to assess airway hyperresponsiveness.
- Allergy testing (skin or blood tests) to identify specific triggers.
- Chest X-rays or CT scans may be used to rule out other lung diseases if symptoms are unusual.

In children under 5, spirometry is often difficult, so diagnosis is largely based on symptoms and response to bronchodilators. In summary, asthma diagnosis requires a comprehensive approach combining clinical evaluation and objective testing. Early and accurate diagnosis is crucial for effective management and to prevent complications or severe attacks.

Treatment and Management of Asthma

Asthma is a chronic condition, but with proper treatment and self-management, most people can lead normal, active lives. The goals of asthma treatment are to control symptoms, reduce the frequency of attacks, prevent long-term lung damage, and improve quality of life.

Asthma treatment involves two main types of medications:

1. Quick-relief (rescue) medications:

These are used during an asthma attack or when symptoms suddenly worsen. The most common quick-relief medication is a short-acting beta-agonist (SABA) like salbutamol, which quickly relaxes airway muscles and opens the airways. These inhalers provide immediate relief but do not treat the underlying inflammation.

2. Long-term control (preventive) medications:

These are taken daily to prevent symptoms and attacks. The most effective controller medications are inhaled corticosteroids (ICS), which reduce airway inflammation. Other options include long-acting beta-agonists (LABAs), leukotriene modifiers, and biologic therapies (for severe asthma). Combination inhalers (ICS + LABA) are commonly used for better symptom control.

In addition to medications, lifestyle and self-management play a vital role.

Patients should:

- Identify and avoid known triggers (allergens, smoke, pollution, etc.)
- Use inhalers correctly with a spacer if needed
- Monitor symptoms and peak flow regularly
- Follow a personalized asthma action plan
- Attend regular check-ups for treatment adjustments
- In severe cases, oral corticosteroids or biologic injections (like omalizumab) may be prescribed.

Education and awareness are key. Patients must understand their condition, know when to seek help, and adhere to prescribed treatment. In conclusion, asthma management is a combination of medication, environmental control, and patient education. With consistent care, most people with asthma can keep symptoms under control and prevent serious complications.

Role of Lifestyle and Prevention in Asthma Management

Lifestyle plays a significant role in managing asthma and preventing its symptoms and complications. While medications are essential for controlling inflammation and relieving acute episodes, healthy habits and preventive strategies can greatly enhance asthma control, reduce medication dependence, and improve overall well-being.

One of the most important lifestyle aspects is avoiding known triggers. Common asthma triggers include allergens (dust mites, pollen, mold, pet dander), smoke, strong odors, cold air, air pollution, and respiratory infections. Keeping the living environment clean, using air purifiers, and avoiding exposure to tobacco smoke and chemical fumes can significantly reduce asthma attacks.

Maintaining a healthy weight is crucial, as obesity is a known risk factor that can worsen asthma symptoms. Excess weight puts pressure on the lungs and may increase inflammation, leading to poorer asthma control. Regular physical activity, such as walking, swimming, or yoga, improves lung function and overall fitness, but exercise should be done under guidance, especially for those with exercise-induced asthma.

Nutrition also plays a preventive role. A balanced diet rich in fruits, vegetables, omega-3 fatty acids, and antioxidants helps support the immune system and reduce inflammation. Avoiding processed foods and known food allergens is important, especially in individuals with allergic asthma.

Stress management is another key factor. Emotional stress and anxiety can trigger asthma symptoms or worsen them. Techniques such as deep breathing exercises, meditation, and mindfulness can help reduce stress levels and improve respiratory control.

Vaccination against flu and pneumonia is recommended for asthma patients, as respiratory infections can lead to severe asthma exacerbations.

Good sleep hygiene is essential because poor sleep can weaken immunity and increase asthma symptoms, especially night-time coughing or wheezing.

In children, early prevention includes breastfeeding, avoiding tobacco smoke exposure, and minimizing the use of unnecessary antibiotics. In summary, a proactive lifestyle approach—combining avoidance of triggers, healthy living, stress control, and preventive care—can significantly improve asthma control. By integrating these habits with medical treatment, individuals with asthma can achieve better outcomes and lead a healthier, more active life.

Clinical Manifestations of Asthma

Asthma is a chronic inflammatory condition of the airways that presents with a variety of clinical manifestations. These symptoms may vary in frequency, intensity, and duration, depending on the severity of the disease, exposure to triggers, and the level of asthma control.

The hallmark clinical manifestation of asthma is wheezing — a high-pitched, whistling sound that occurs mainly during exhalation. It results from the narrowing of the airways due to inflammation, mucus buildup, and bronchospasm.

Another common symptom is shortness of breath or breathlessness, especially during physical activity, at night, or early in the morning. Individuals may feel like they cannot inhale enough air or experience tightness in the chest.

Chest tightness or pressure is frequently reported and may be described as a band-like sensation across the chest. It often accompanies other symptoms and can range from mild discomfort to severe constriction during an asthma attack.

Persistent or recurrent coughing, particularly at night or in the early morning, is another typical manifestation. In some cases, this may be the only symptom, especially in cough-variant asthma.

During an asthma exacerbation or attack, symptoms intensify suddenly. The person may experience severe breathlessness, rapid breathing, use of accessory muscles to breathe, and difficulty speaking in full sentences. In extreme cases, lips or fingertips may turn bluish, indicating hypoxia, and immediate emergency care is required.

In children, asthma may manifest differently, with frequent coughing spells, especially after playing or during the night, fatigue, and reduced activity levels.

These clinical signs are often episodic and may be triggered by allergens, cold air, exercise, infections, smoke, or emotional stress.

Global Impact and Public Health Concerns of Asthma

Asthma is a major global health concern, affecting an estimated 300 million people worldwide, with its prevalence steadily rising, particularly in urban and industrialized areas. It is one of the most common non-communicable diseases (NCDs), affecting individuals of all ages, with a significant burden among children and young adults. The condition contributes substantially to morbidity, missed school or work days, emergency room visits, and healthcare costs, especially in low- and middle-income countries (LMICs).

Although asthma is manageable with proper care, inequities in healthcare access and resources lead to poor outcomes in many parts of the world. In LMICs, limited availability of affordable inhalers, poor diagnostic facilities, and lack of awareness result in underdiagnosis, undertreatment, and a higher rate of asthma-related deaths. In contrast, in high-income countries, asthma may be better controlled but still poses economic and quality-of-life challenges.

The economic burden of asthma is enormous, including both direct costs (hospitalizations, medications, doctor visits) and indirect costs (lost productivity, school or work absenteeism). The World Health Organization (WHO) recognizes asthma as a significant contributor to the global NCD burden and a priority in public health planning.

Environmental factors, such as air pollution, indoor allergens, tobacco smoke, and climate change, further complicate asthma management. Rising pollution levels in urban areas,

exposure to diesel exhaust and fine particulate matter, and poor housing conditions are major contributors to increasing asthma cases, especially in children.

From a public health perspective, asthma management requires multi-level interventions. These include awareness campaigns, improved access to medications, early diagnosis, training for healthcare professionals, environmental policies to reduce pollution, and integration of asthma care into primary healthcare services.

Global initiatives such as GINA (Global Initiative for Asthma) provide standardized guidelines and strategies to improve asthma care across diverse populations. In conclusion, asthma is not only a medical condition but also a public health challenge with wide-reaching implications. Addressing its global impact requires coordinated efforts in health policy, education, environmental protection, and equitable access to care.

Recent Advancements and Research in Asthma

In recent years, significant advancements in asthma research and treatment have transformed the approach to diagnosis, management, and prevention. These innovations aim to provide personalized care, improve treatment outcomes, and reduce the global burden of asthma.

One major breakthrough is the development of biologic therapies targeting specific pathways of inflammation. Biologics like omalizumab, mepolizumab, benralizumab, and dupilumab are designed to treat moderate to severe asthma, especially in patients with high eosinophil counts or allergic asthma. These therapies block the action of specific immune proteins (e.g., IgE, IL-5, IL-4/IL-13), leading to reduced inflammation and fewer exacerbations.

Advances in precision medicine have led to the classification of asthma into different phenotypes and endotypes, allowing treatments to be tailored to individual needs. This includes identifying biomarkers like FeNO (fractional exhaled nitric oxide) and periostin, which help predict response to targeted therapies.

In diagnostics, new non-invasive tools such as smart inhalers, digital spirometry, and AI-based sound analysis are being developed to monitor symptoms and medication use in real-time. For example, some smart inhalers track usage patterns and provide reminders, improving adherence and disease control.

Genomic and proteomic research is also expanding understanding of asthma at the molecular level. Studies using multi-omics approaches (genomics, transcriptomics, proteomics) are identifying genetic variations and environmental interactions that contribute to asthma onset and severity.

Environmental research highlights the role of air pollution, urbanization, and climate change in increasing asthma incidence. This has prompted public health initiatives to improve air quality and promote early intervention.

In addition, nanotechnology-based drug delivery systems are being explored to enhance the effectiveness of inhaled medications while reducing side effects. These systems allow for targeted delivery of drugs to inflamed airways.

Overall, recent advancements are paving the way toward more personalized, effective, and patient-centered asthma care. Continued research is essential to bridge gaps in care, especially in low-resource settings, and to further refine prevention and treatment strategies for diverse populations.

Future Directions in Asthma Research and Management

Asthma management has evolved significantly over the past few decades, but there is still a critical need to enhance treatment outcomes, reduce global disparities, and prevent disease onset. Future directions in asthma research and care focus on personalized medicine, innovative diagnostics, preventive strategies, environmental interventions, and health equity. One of the most promising future directions is the advancement of precision medicine. By using genetic, proteomic, and metabolomic data, healthcare providers will be able to classify asthma into specific subtypes or "endotypes," leading to tailored treatment plans. This approach will ensure that each patient receives medications or interventions best suited to their immune profile, reducing trial-and-error in therapy selection.

Another important area is the development of novel biologics and small-molecule therapies. While current biologics target eosinophilic asthma, future treatments may address other less responsive forms like neutrophilic or non-allergic asthma, which are often resistant to steroids. Research into TSLP, IL-33, and SIGLEC-8 inhibitors is ongoing, showing promise in early-phase trials. Non-invasive diagnostic tools are also expected to improve. AI-powered mobile apps, smart inhalers, and wearable devices that monitor respiratory function will provide real-time data for both patients and clinicians. These technologies will improve early diagnosis, treatment adherence, and self-management, particularly among children and elderly populations. Environmental and public health strategies will also play a crucial role. With increasing evidence of asthma's link to pollution, allergens, and climate change, future efforts will likely focus on air quality improvement policies, housing interventions, and urban planning to reduce asthma triggers at a population level.

The integration of digital health technologies, including telemedicine, electronic health records, and remote monitoring, will facilitate continuous care and reduce healthcare disparities. These tools will be essential in rural or underserved areas, allowing access to specialist care without the need for physical travel.Preventive approaches, such as early-life interventions, maternal health improvements, and microbiome modulation, may also help reduce asthma development in high-risk children. In summary, the future of asthma care lies in integrated, personalized, and proactive strategies that combine biological insights, digital innovation, environmental action, and health system reforms. These forward-looking approaches aim not only to treat asthma more effectively but to ultimately prevent its occurrence and improve quality of life for millions worldwide.

Conclusion

Asthma remains a significant global health challenge, affecting millions of individuals across all age groups and socio-economic backgrounds. Despite being a manageable condition, asthma continues to contribute to substantial morbidity, healthcare costs, and reduced quality of life due to its chronic and often unpredictable nature. However, the evolution in understanding its complex pathophysiology, identification of diverse phenotypes, and the development of novel therapeutic strategies have led to major improvements in its management.

Recent advancements in biologic therapies, non-invasive diagnostic methods, and precision medicine have transformed asthma care from a one-size-fits-all approach to a more individualized treatment strategy. The identification of biomarkers and endotypes now allows clinicians to offer targeted treatments that reduce exacerbations and improve long-term outcomes, especially in patients with severe or steroid-resistant asthma.

Moreover, the integration of digital health tools such as smart inhalers, mobile apps, and telemedicine platforms has significantly enhanced disease monitoring and patient engagement. These innovations support timely interventions, improve medication adherence, and facilitate shared decision-making between patients and healthcare providers.

At the same time, greater emphasis is being placed on environmental control and preventive strategies, recognizing the impact of air pollution, allergens, and climate change on asthma prevalence and severity. Future directions are increasingly focusing on early-life interventions, microbiome modulation, and public health measures that reduce exposure to known triggers, particularly in vulnerable populations.

While substantial progress has been made, gaps remain in asthma care, particularly in low- and middle-income countries where access to diagnosis, medication, and specialist care is limited. Addressing these disparities through global health initiatives, education, and policy reforms is essential to ensure equitable asthma management.

In conclusion, the fight against asthma is progressing on multiple fronts—scientific, technological, clinical, and public health. A comprehensive, patient-centered, and multidisciplinary approach is key to minimizing the burden of asthma. By continuing to invest in research, innovation, and health system strengthening, we can aspire toward a future where asthma is not only controllable but potentially preventable, ensuring better breathing and healthier lives for generations to come.

References

1. Lee J, McDonald C. Review: Immunotherapy improves some symptoms and reduces long-term medication use in mild to moderate asthma. Ann Intern Med. 2018 Aug 21;169(4):JC17. [PubMed]
2. Tesfaye ZT, Gebreselase NT, Horsa BA. Appropriateness of chronic asthma management and medication adherence in patients visiting ambulatory clinic of Gondar University Hospital: a cross-sectional study. World Allergy Organ J. 2018;11(1):18. [PMC free article] [PubMed]
3. Salo PM, Cohn RD, Zeldin DC. Bedroom Allergen Exposure Beyond House Dust Mites. Curr Allergy Asthma Rep. 2018 Aug 20;18(10):52. [PMC free article] [PubMed]
4. Piloni D, Tirelli C, Domenica RD, Conio V, Grosso A, Ronzoni V, Antonacci F, Totaro P, Corsico AG. Asthma-like symptoms: is it always a pulmonary issue? Multidiscip Respir Med. 2018;13:21. [PMC free article] [PubMed]
5. Aggarwal B, Mulgirigama A, Berend N. Exercise-induced bronchoconstriction: prevalence, pathophysiology, patient impact, diagnosis and management. NPJ Prim Care Respir Med. 2018 Aug 14;28(1):31. [PMC free article] [PubMed]
6. Gui H, Levin AM, Hu D, Sleiman P, Xiao S, Mak ACY, Yang M, Barczak AJ, Huntsman S, Eng C, Hochstadt S, Zhang E, Whitehouse K, Simons S, Cabral W, Takriti S, Abecasis G, Blackwell TW, Kang HM, Nickerson DA, Germer S, Lanfear DE, Gilliland F, Gauderman WJ, Kumar R, Erle DJ, Martinez FD, Hakonarson H, Burchard EG, Williams LK. Mapping the 17q12-21.1 Locus for Variants Associated with Early-Onset Asthma in African Americans. Am J Respir Crit Care Med. 2021 Feb 15;203(4):424-436. [PMC free article] [PubMed]
7. Torgerson DG, Ampleford EJ, Chiu GY, Gauderman WJ, Gignoux CR, Graves PE, Himes BE, Levin AM, Mathias RA, Hancock DB, Baurley JW, Eng C, Stern DA, Celedón JC, Rafaels N, Capurso D, Conti DV, Roth LA, Soto-Quiros M, Togias A, Li X, Myers RA, Romieu I, Van Den Berg DJ, Hu D, Hansel NN, Hernandez RD, Israel E, Salam MT, Galanter J, Avila PC, Avila L, Rodriquez-Santana JR, Chapela R, Rodriguez-Cintron W, Diette GB, Adkinson NF, Abel RA, Ross KD, Shi M, Faruque MU, Dunston GM, Watson HR, Mantese VJ, Ezurum SC,

Liang L, Ruczinski I, Ford JG, Huntsman S, Chung KF, Vora H, Li X, Calhoun WJ, Castro M, Sienra-Monge JJ, del Rio-Navarro B, Deichmann KA, Heinzmann A, Wenzel SE, Busse WW, Gern JE, Lemanske RF, Beaty TH, Bleecker ER, Raby BA, Meyers DA, London SJ, Mexico City Childhood Asthma Study (MCAAS). Gilliland FD, Children's Health Study (CHS) and HARBORS study. Burchard EG, Genetics of Asthma in Latino Americans (GALA) Study, Study of Genes-Environment and Admixture in Latino Americans (GALA2) and Study of African Americans, Asthma, Genes & Environments (SAGE). Martinez FD, Childhood Asthma Research and Education (CARE) Network. Weiss ST, Childhood Asthma Management Program (CAMP). Williams LK, Study of Asthma Phenotypes and Pharmacogenomic Interactions by Race-Ethnicity (SAPPHIRE). Barnes KC, Genetic Research on Asthma in African Diaspora (GRAAD) Study. Ober C, Nicolae DL. Meta-analysis of genome-wide association studies of asthma in ethnically diverse North American populations. Nat Genet. 2011 Jul 31;43(9):887-92. [PMC free article] [PubMed]
8. Parnes JR, Molfino NA, Colice G, Martin U, Corren J, Menzies-Gow A. Targeting TSLP in Asthma. J Asthma Allergy. 2022;15:749-765. [PMC free article] [PubMed]
9. Fishe JN, Labilloy G, Higley R, Casey D, Ginn A, Baskovich B, Blake KV. Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) in PRKG1 & SPATA13-AS1 are associated with bronchodilator response: a pilot study during acute asthma exacerbations in African American children. Pharmacogenet Genomics. 2021 Sep 01;31(7):146-154. [PMC free article] [PubMed]
10. Loss GJ, Depner M, Hose AJ, Genuneit J, Karvonen AM, Hyvärinen A, Roduit C, Kabesch M, Lauener R, Pfefferle PI, Pekkanen J, Dalphin JC, Riedler J, Braun-Fahrländer C, von Mutius E, Ege MJ., PASTURE (Protection against Allergy Study in Rural Environments) Study Group. The Early Development of Wheeze. Environmental Determinants and Genetic Susceptibility at 17q21. Am J Respir Crit Care Med. 2016 Apr 15;193(8):889-97. [PubMed]
11. Jaakkola JJ, Ahmed P, Ieromnimon A, Goepfert P, Laiou E, Quansah R, Jaakkola MS. Preterm delivery and asthma: a systematic review and meta-analysis. J Allergy Clin Immunol. 2006 Oct;118(4):823-30. [PubMed]
12. Been JV, Lugtenberg MJ, Smets E, van Schayck CP, Kramer BW, Mommers M, Sheikh A. Preterm birth and childhood wheezing disorders: a systematic review and meta-analysis. PLoS Med. 2014 Jan;11(1):e1001596. [PMC free article] [PubMed]
13. Leps C, Carson C, Quigley MA. Gestational age at birth and wheezing trajectories at 3-11 years. Arch Dis Child. 2018 Dec;103(12):1138-1144. [PMC free article] [PubMed]
14. Crump C, Sundquist J, Sundquist K. Preterm or early term birth and long-term risk of asthma into midadulthood: a national cohort and cosibling study. Thorax. 2023 Jul;78(7):653-660. [PMC free article] [PubMed]
15. Castro-Rodriguez JA, Forno E, Rodriguez-Martinez CE, Celedón JC. Risk and Protective Factors for Childhood Asthma: What Is the Evidence? J Allergy Clin Immunol Pract. 2016 Nov-Dec;4(6):1111-1122. [PMC free article] [PubMed]
16. Wolsk HM, Chawes BL, Litonjua AA, Hollis BW, Waage J, Stokholm J, Bønnelykke K, Bisgaard H, Weiss ST. Prenatal vitamin D supplementation reduces risk of asthma/recurrent wheeze in early childhood: A combined analysis of two randomized controlled trials. PLoS One. 2017;12(10):e0186657. [PMC free article] [PubMed]
17. Litonjua AA, Weiss ST. Is vitamin D deficiency to blame for the asthma epidemic? J Allergy Clin Immunol. 2007 Nov;120(5):1031-5. [PubMed]
18. McEvoy CT, Schilling D, Clay N, Jackson K, Go MD, Spitale P, Bunten C, Leiva M, Gonzales D, Hollister-Smith J, Durand M, Frei B, Buist AS, Peters D, Morris CD, Spindel ER. Vitamin C supplementation for pregnant smoking women and pulmonary function in their newborn infants: a randomized clinical trial. JAMA. 2014 May;311(20):2074-82. [PMC free article] [PubMed]

19. McEvoy CT, Shorey-Kendrick LE, Milner K, Schilling D, Tiller C, Vuylsteke B, Scherman A, Jackson K, Haas DM, Harris J, Schuff R, Park BS, Vu A, Kraemer DF, Mitchell J, Metz J, Gonzales D, Bunten C, Spindel ER, Tepper RS, Morris CD. Oral Vitamin C (500 mg/d) to Pregnant Smokers Improves Infant Airway Function at 3 Months (VCSIP). A Randomized Trial. Am J Respir Crit Care Med. 2019 May 01;199(9):1139-1147. [PMC free article] [PubMed]
20. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet. 2020 Oct 17;396(10258):1204-1222. [PMC free article] [PubMed]
21. Mortimer K, Lesosky M, García-Marcos L, Asher MI, Pearce N, Ellwood E, Bissell K, El Sony A, Ellwood P, Marks GB, Martínez-Torres A, Morales E, Perez-Fernandez V, Robertson S, Rutter CE, Silverwood RJ, Strachan DP, Chiang CY., Global Asthma Network Phase I Study Group. The burden of asthma, hay fever and eczema in adults in 17 countries: GAN Phase I study. Eur Respir J. 2022 Sep;60(3) [PMC free article] [PubMed]
22. Pate CA, Zahran HS, Qin X, Johnson C, Hummelman E, Malilay J. Asthma Surveillance - United States, 2006-2018. MMWR Surveill Summ. 2021 Sep 17;70(5):1-32. [PMC free article] [PubMed]
23. Liu MC, Hubbard WC, Proud D, Stealey BA, Galli SJ, Kagey-Sobotka A, Bleecker ER, Lichtenstein LM. Immediate and late inflammatory responses to ragweed antigen challenge of the peripheral airways in allergic asthmatics. Cellular, mediator, and permeability changes. Am Rev Respir Dis. 1991 Jul;144(1):51-8. [PubMed]
24. Riccio MM, Proud D. Evidence that enhanced nasal reactivity to bradykinin in patients with symptomatic allergy is mediated by neural reflexes. J Allergy Clin Immunol. 1996 Jun;97(6):1252-63. [PubMed]
25. Limb SL, Brown KC, Wood RA, Wise RA, Eggleston PA, Tonascia J, Adkinson NF. Irreversible lung function deficits in young adults with a history of childhood asthma. J Allergy Clin Immunol. 2005 Dec;116(6):1213-9. [PubMed]
26. Förster-Ruhrmann U, Olze H. [Importance of aspirin challenges in patients with NSAID-exacerbated respiratory disease]. HNO. 2024 Jul;72(7):494-498. [PubMed]
27. Lee DL, Baptist AP. Understanding the Updates in the Asthma Guidelines. Semin Respir Crit Care Med. 2022 Oct;43(5):595-612. [PubMed]
28. Stanojevic S, Kaminsky DA, Miller MR, Thompson B, Aliverti A, Barjaktarevic I, Cooper BG, Culver B, Derom E, Hall GL, Hallstrand TS, Leuppi JD, MacIntyre N, McCormack M, Rosenfeld M, Swenson ER. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. Eur Respir J. 2022 Jul;60(1) [PubMed]
29. Tsuyuki RT, Midodzi W, Villa-Roel C, Marciniuk D, Mayers I, Vethanayagam D, Chan M, Rowe BH. Diagnostic practices for patients with shortness of breath and presumed obstructive airway disorders: a cross-sectional analysis. CMAJ Open. 2020 Jul-Sep;8(3):E605-E612. [PMC free article] [PubMed]
30. Aaron SD, Vandemheen KL, FitzGerald JM, Ainslie M, Gupta S, Lemière C, Field SK, McIvor RA, Hernandez P, Mayers I, Mulpuru S, Alvarez GG, Pakhale S, Mallick R, Boulet LP., Canadian Respiratory Research Network. Reevaluation of Diagnosis in Adults With Physician-Diagnosed Asthma. JAMA. 2017 Jan 17;317(3):269-279. [PubMed]

ÖZEL GEREKSİNİMLİ BİREYLERDE YETİŞKİNLİK DÖNEMİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN DERLENMESİ

COMPILATION OF STUDIES ON ADULTHOOD IN INDIVIDUALS WITH SPECIAL NEEDS

Mehmet Yıldırım

Dokuz Eylül University

Orcıd Id:0009-0000-1576-460X

Prof. Dr. S. Sunay Yıldırım Doğru

Dokuz Eylül University

Orcıd Id: 0000-0003-0573-0128

Özet

Yetişkinliğe geçiş dönemi, ergenlik dönemi ile yetişkinlik dönemleri arasında yer alan gelişimsel bir dönemdir. Bu dönem içerisindeki becerileri tanımlayıp süreç içerisinde öğrenilmesi gereken becerilere yetişkinliğe geçiş becerileri denir. Geçiş dönemleri oldukça zorlayıcı dönemlerdir bu dönemlerde bireylerin özel gereksinim durumlarına sahip olması da geçiş dönemi sürecinin çok daha karmaşık ve zorlayıcı olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle özel gereksinimli bireylerin yetişkinlik dönemine yönelik de çalışmaların yapılması gerekmektedir. Alan yazın incelendiğinde bu konu hakkında yapılmış özel gereksinimli bireyleri içeren doküman analizine dayalı kapsayıcı ve yeterli bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle çalışma planlanmıştır. Mevcut çalışmaların daha çok dönem içerisinde yer alan becerileri, davranış örüntülerini ve gelişim aşamalarının öğretimine ve sistematik olarak incelenmesine yönelik olduğu görülmüştür. Bu nedenle araştırma kapsamında alan yazındaki tez ve makale çalışmaları, nitel araştırma yöntemlerinden doküman inceleme yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın amacı dokümantasyon çalışması ile özel gereksinimli bireylerde yetişkinlik dönemine geçiş konusunda ülkemizde yapılan çalışmaların incelenmesidir. Bu çalışma bir derleme çalışması olup, ‘ülkemizde 2000 ile 2025 yılları arasında yetişkinliğe geçiş becerileri üzerine yapılmış çalışmalar neleri kapsamaktadır?’ sorusundan yola çıkarak özel gereksinimli bireyler için ülkemizde yetişkinlik dönemi ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenmiş mevcut durumdaki yapılmış çalışmaların durumlarına bakılmıştır. Araştırmanın sonucunda alan yazında daha çok doküman analizi ya da ebeveynlerin ve öğretmenlerin görüşlerine dayalı çalışmalar olduğu ancak yetersizliğe sahip olan çocukların istek, öneri ve görüşlerine yönelik çalışmaların olmadığı ve çalışma sayılarının düşük olduğu ve artması gerektiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: özel gereksinim, yetişkinlik, yetişkinliğe geçiş, geçiş becerileri, derleme çalışmaları,

Abstract

The transition to adulthood is a developmental period between adolescence and adulthood. The skills that need to be defined and learned during this period are called transition to adulthood skills. Transition periods are quite challenging periods, and the fact that individuals have special

needs during these periods makes the transition period much more complex and challenging. Therefore, studies should also be conducted on the adulthood of individuals with special needs. When the literature was examined, it was found that no comprehensive and sufficient study based on document analysis was found on this subject, including individuals with special needs. Therefore, the study was planned. It was seen that the existing studies were mostly aimed at teaching and systematically examining the skills, behavioral patterns and developmental stages within the period. Therefore, thesis and article studies in the literature were evaluated within the scope of the research using the document review method, one of the qualitative research methods. The aim of this study is to examine the studies conducted in our country on the transition to adulthood of individuals with special needs through a documentation study. This study is a compilation study, and based on the question of 'what do the studies conducted on transition to adulthood skills in our country between 2000 and 2025 cover?', studies conducted in our country regarding the adulthood period for individuals with special needs were examined and the status of the current studies was examined. As a result of the research, it was seen that there were mostly studies based on document analysis or the opinions of parents and teachers in the literature, but there were no studies on the requests, suggestions and opinions of children with disabilities, and the number of studies was low and should be increased.

Keywords: Special needs, adulthood, transition to adulthood transition skills, compilation studies.

GİRİŞ

Bütün canlılar yaşamları içerisinde farklı amaç, beceri ve davranışların olduğu evrelerden geçerler. Bu evreler kısaca çocukluk, ergenlik, yetişkinlik ve yaşlılıktır. Çocukluk bireyin yaşamının ilk dönemini kapsayan temel ihtiyaçların aile bireyleri tarafından karşılandığı; ergenlik bireyin kimliğinin oluşarak kişisel özelliklerini oturttuğu, bireyin kişilik özelliklerinin belirginleştiği; yetişkinlik ise bireyin oluşturduğu kimlik ile eğitim, iş ve günlük yaşam, yaşamlarının gidişatına karar vererek kendi geleceğini oluşturarak, yaşam düzeni ve standartlarını edindiği dönemdir (Yakaboylu, 2016). Bütün yaşam dönemleri arasında her iki dönemin ortak özelliklerini taşıyan ara dönemler mevcuttur. Bu ara dönemlere geçiş dönemleri denir (Bakkaloğlu,2013). Geçiş dönemlerinde geçmiş evre ile gelecek evre arasında her iki dönemi kapsayan bilgi, beceri ve zaman dilimleri vardır. Geçiş dönemlerinde bir önceki evre ile bir sonraki evre arasında ortaklıklar barından zaman dilimleri ve beceriler bulunur (Aktaş, Mehtap ve Yıkmış, 2020). Geçiş dönemleri bireyler için oldukça zorlayıcı ve karmaşık bir dönemlerdir. Bireyler geçmiş dönemde edindikleri beceriler ile gelecek dönemde öğrenmesi gereken beceriler, alışması gereken durumlar arasında bocalayarak zorlanabilmektedir. Bireyler geçiş dönemi süreci içerisinde ek olarak özel gereksinim durumuna sahip olduğunda ise süreç çok daha zorlayıcı ve karmaşık bir hale gelmektedir (Wagner, 1991).

Özel gereksinim durumdan dolayı desteğe ihtiyacı olan bireyler, özel gereksinimleri nedeniyle tipik gelişen akranlarından daha fazla ilgiye, gözetime, korumaya ve bakıma ihtiyaç duyarlar çünkü bu bireylerin öğrenme durumları, öğrenilenlere alışma ve öğrenme çıktılarını kullanım süreçleri normal gelişim gösteren bireylere nazaran çok daha zor olmakta ve daha fazla süre alabilmektedir (Kaya ve Cavkaytar, 2022). Yetişkinliğe geçiş dönemi bu ara dönemlerden birisidir. Yetişkinliğe geçiş dönemi bireylerin ergenlik dönemi ile yetişkinlik dönemi arasında geçen süreyi oluşturur. Yetişkinliğe geçiş becerileri de ergenlik ile yetişkinlik dönemleri arasında yer alan bireylerin okul yaşantısından normal yaşama geçtiği dönemde edinmesi gereken becerilerdir. Bu kazanımlar yapılan araştırmalarla çalışmalardaki ölçme araçlarında bireylerin gündelik yaşam, şahsi kazanç ve kazancın idaresi, sosyal alan etkileşimi, iş hayatı,

boş zaman faaliyetleri, kendini idare etme ve okul sonrası iş yaşamı beceri ve alt kazanımları yetişkinliğe geçiş becerileri başlığı altında yer alan beceri gruplarıdır (Yakaboylu, 2016).

Özel eğitim hizmetleri yönetmeliği incelendiğinde; özel gereksinimli bireylere eğitim verilmesinin temel amacı özel gereksinimli bireylerin kendi hayatlarını bağımsız bir şekilde devam ettirebilmesi amacını taşıdığı görülür. Özel gereksinimli bireylerin yaşamlarının her döneminde desteklenmesi, yaşam boyu destek ve yaşam boyu eğitim ilkesi de buradan gelmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı, 2025). Özel gereksinimli bireylerin yetişkinliğe geçiş döneminde sahip olmaları gereken becerilerin desteklenmesi de bu temele dayanır. Özel gereksinimli bireylerin bu gereksinimli bireylerin yaşam standartlarını arttırdığı ve bireylerin bağımsız yaşam kazanım değerlerinin yükseldiği görülmüştür (Kaya ve Wehmeyer, 2022). Özel gereksinimli bireylerin eğitimi denildiğinde ülkemizde daha çok 0-15 yaş grubu aralığındaki bireylerin eğitimi gelir. Ancak özel gereksinimli bireylere eğitim bu dönemlerle sınırlı değildir ve olmamalıdır. Özel gereksinimli bireyin eğitimi dendiğinde yetişkin olan veya yetişkinlik dönemine giden özel gereksinimli bireylerin de eğitim alması gerekmektedir. Çünkü özel eğitim hizmetleri yönetmeliğince bu bireylerin eğitim alması kanunlarca koruma altına alınmıştır. (Millî Eğitim Bakanlığı, 2025). Alan yazın incelendiğinde, özel gereksinimli bireylerin geçiş becerileri ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda ve daha çok aile ve öğretmen görüşüne dayalı çalışmalar olduğu görülmektedir (Kaya,2022; Özbey ve Diken, 2010; Kutlu ve Berk, 2023; Artar ve Ergenekon, 2020). Özel gereksinimli bireylerin eğitim yaşantısı üzerine yapılan alan yazın incelenmesinde ise; yetişkinliğe geçiş becerileri üzerine yapılmış çalışmaların değerlendirilmesi adı altında yapılmış bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, yetişkinlik ve yetişkinliğe geçiş becerileri yapılmış çalışmaları değerlendirmektir. Bu sebeple ülkemizde yetişkinlik ve yetişkinliğe geçiş becerileri çalışmalarının tek çalışma altında değerlendirilecek olması alan yazın açısından değerli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışma yetişkinliğe geçiş becerileri adı altında atfedilen beceri gruplarına dair ulusal alan yazın içerisindeki çalışmaları tek elden inceleyecektir. Ayrıca bu çalışmaların tek elden değerlendirmesini yaparak gruplayacaktır. Yapılan bu araştırma ile geçiş becerileri, yetişkinliğe geçiş becerileri ve/veya yetişkinlik dönemlerine yönelik çalışma yapmak isteyen araştırmacılara öncülük edeceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde 2000-2025 yılları arasında yetişkinliğe geçiş becerileri konusu kapsamında yayınlanmış olan makale ve tez çalışmalarını inceleyerek aşağıdaki sorulara yanıt aramaktır.

1. Bu yıllar arasında yetişkinliğe geçiş becerileri adı altında ne tür çalışma yapılmıştır, alt becerilere göre konu dağılımları nelerdir?
2. Bu yıllar arasında yetişkinliğe geçiş becerileri kapsamında yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı nasıldır?
3. Bu yıllar arasında yetişkinliğe geçiş becerileri ile ilgili çalışmalarda hangi yöntem ve teknikler kullanılarak yapılmıştır?
4. Yetişkinliğe geçiş becerileri konusunda yapılan çalışmalarda katılımcılar kimlerdir/ kimlerle çalışılmıştır?

YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın modeli, veri toplama süreci ve verilerin analiziyle ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Araştırmanın Modeli: Bu çalışmada; araştırma amacı doğrultusunda betimsel araştırma deseni kullanılmıştır. Betimsel araştırma modeli var olan durumu ortaya koyarak onu tekrar tasarlar. Geçmiş ve şu an da var olan durumu ortaya çıkarmayı amaç edinen çalışmalardır (Akdoğan, 2016).

Veri Toplama Süreci: Araştırmada kullanılacak veriler 2000-2025 yılları arasında ulusal yazında ülkemizde yapılmış olan tez ve makaleler incelenmiştir. Araştırma sürecinde literatür taraması yapılırken "yetişkinlik ve yetişkinliğe geçiş becerileri, özel gereksinimli birey, özel gereksinim, geçiş becerileri" anahtar kelime olarak kullanılmıştır. İnceleme esnasında konuyu tanımlayıcı anahtar kelimelerle birlikte literatür taranmış, verilerin elde edilmesinde dahil etme ve dışlama kriterleri de göz önünde bulundurularak çalışmalar araştırmaya dahil edilmiştir.

Tablo-1: Araştırmaya alınacak çalışmaların dahil olma ve dışlama kriterleri

Dahil Olma Kriterleri	Dışlama Kriterleri
2000-2025 Yılları Arasında Yapılmış Olması	Dahil Etme Tarihleri Dışında Yapılmış Olması
Türkiye'de Yapılmış Olması	Yurtdışında Yapılmış Olması
Yetişkinlik Geçiş Becerilerini Kapsaması	Yetişkinliğe Geçiş Becerilerini Kapsamaması (15 yaş altı-21 yaş üstü)
Özel Gereksinimli Bireylerle (15-21yaş) Yapılmış Olması	Katılımcıların Özel Gereksinim Durumuna Sahip Olmaması

Yapılan çalışmalar incelenirken dahil etme ve dışlama kriterleri önceden belirlenmiştir. Tarama sonucunda elde edilen verileri dahil etme ve dışlama kriterlerine yukarıda tablo.1.de yer verilmiştir. Yapılan tarama sonucunda dahil etme ve dışlama kriterlerine uyan 6 tane tez, 7 makale çalışması olmak üzere toplam 13 çalışma araştırmaya dahil edilmiştir.

Verilerin Analizi: Araştırma boyunca doküman analizi ile irdelenen makale ve tezler istatiksel olarak incelenmiştir. Bu incelemelerle elde edilen tüm veriler araştırma sorularına karşılık gelecek şekilde frekans ve yüzde olarak hesaplanmaları yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar da elde edilen veriler ve sonuçlar tablolar şeklinde sunulmuş ve yorumlamaları yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmaya dahil edilen çalışmalar betimsel analiz tekniği ile incelenip analizler yapılmıştır. Yapılan analizler araştırma sorularına göre aşağıda tablolarla açıklanmıştır.

Tablo 2.Yetişkinliğe Geçiş Becerileri Adı Altında Çalışmalar ve Konulara Göre Dağılımları

Tablo 2' de yetişkinliğe geçiş becerileri ile yapılmış çalışmaların konu dağılımlarına göre, 2000- ile 2025 yılları arasındaki çalışmalarda yetişkinliğe geçiş becerilerini direkt kapsayıcı başlık olarak ele alan bir çalışma içeriği olmamakla birlikte yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun tek boyutta bireyin öz denetimi, iş edinimleri ve mesleki istihdamları ve geçiş dönemleri için ailesel ihtiyaçlar konularının ele alındığı çalışmalar bulunmaktadır. Benzer

Çalışmalar	Çalışma Alanları
Canarslan ve Tezel, 2024:	Arkadaşlık İlişkileri
Ulugöl, F. & Erbaş, E. (2020)	Öğrencilerin Okul Dönemi Geçişleri
Kasap, C., & Ergenekon, Y. (2023).	Bağımsız Yaşama Geçiş
Bahçalı, T. (2016).	Bilgisayarla Sunulan Video Modelle Öğretimin İş Görüşmesi Becerisini Öğretmedeki Etkililiği
Tercanlı Metin, G. & Karataş, K. (2024).	Self-Determinasyon: Eğitimcilerin Görüş ve Uygulamaları
Kaya, A. (2022).	Türkiye'de Zihin Yetersizliği Olan Yetişkinlerle Yapılan Akademik Çalışmalar
Sözdinler Karahan, H. S. (2007).	Okul Yaşamından Toplumsal Yaşama Geçişte Sahip Olmaları Gereken Bağımsız Yaşam Becerileri İçin Ebeveyn Görüşü
İmamoğlu, M. (2024).	İstihdama Hazırlık Sürecine İlişkin Görüşlerinin Belirlenmesi
Yakaboylu, G. C. (2016).	Yetişkinliğe Geçiş Becerileri Ölçme Aracının Geliştirilmesi
Öztürk, E. (2023). Ö	Ortaöğretimden Meslek Hayatına Geçiş Süreçlerinin İncelenmesi
Artar, T. M., & Ergenekon, Y. (2020).	Yetişkinliğe Geçen Bireyler İçin Kariyer Eğitimi
Kutlu, M. & Berk, S. (2023).	Yetişkinliğe Geçiş Sürecinde Ebeveyn Katılımı İçin Stratejiler
Özbey, F., & Diken, İ. H. (2010).	İş-Meslek Eğitimi ve İstihdamlarına Çalışmaların Gözden Geçirilmesi

konularda yapılan çalışmalar incelendiğinde, en dikkat çekici çalışmanın Yakaboylu (2016) tarafından yapılan yetişkinliğe geçiş becerileri ölçeğinin geliştirilmesi olduğu görülmektedir. Çalışma ölçeğin ülkemize uyarlanması çalışması olup konuyu kapsamlı şekilde ele alışı, yetişkinliğe geçiş becerileri çalışmalarını destekleyecek argüman ve dokümantasyonu sağlayarak alan içerisinde yetişkinliğe geçiş becerilerini geniş çerçevede ele alan tek çalışmadır. Bu çalışma dışında kalan bütün çalışmalarda konunun alt başlıklar halinde basamaksal olarak ele alındığı görülmektedir. Çalışma bu yönüyle yetişkinliğe geçişle ilgili önemli ve ilk olma özelliği göstermektedir.

Tablo 3. Yetişkinliğe Geçiş Becerileri Kapsamında Yapılan Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Yıl	Çalışma Sayısı
2007	1
2016	2
2020	2
2022	1
2023	4
2024	2

Tablo 3'incelendiğinde; yetişkinliğe geçiş becerileri alanında yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı görülmektedir. Yetişkinliğe geçiş becerilerini kapsayıcı ilk çalışmanın bir tez konusu kapsamında 2007 yılında bir aile görüşmesi çalışması ile başlamış olduğu, 2016 yılında iki; 2020 yılında iki; 2022 yılında bir, 2023 yılında dört ve 2024 yılında iki çalışma ile devam etmiştir. Yetişkinliğe geçiş becerilerine olan ilgi 2000'li yılların sonrasında başlamış, 2020'li

yıllar itibariyle konuya olan ilgi Tablo 3'te görüldüğü gibi artmıştır. Her geçen yılda en az bir makale veya tez çalışması konu kapsamında hazırlanmıştır. Yetişkinliğe geçiş becerileri ile ilgili en çok çalışmanın 2023 yılında dört çalışma ile yapıldığı görülmüştür. Elde edilen verilere bakılarak gelecek yıllarda geçmişe nazaran yetişkinlik ve geçiş becerileri konusunun sıkça ele alınılacak konular arasında yer alacağı düşünülmektedir.

Tablo 4. 2000-2025 Yılları Arasında Yetişkinliğe Geçiş Becerileri ile İlgili Çalışmalarda Kullanılan Yöntem ve Tekniklerin Dağılımı

Çalışmalar	Yöntem ve Teknikler
Canarslan ve Tezel, 2024: 10 (01)	Nitel Araştırma/ Fenomonolojik Desen
Ulugöl, F. & Erbaş, E. (2020)	Nitel Yöntem/ Literatür Tarama
Kasap, C., & Ergenekon, Y. (2023).	Karma/ Keşfedici Sıralı Yöntem
Bahçalı, T. (2016).	Nicel / Tek Denekli Araştırma
Tercanlı Metin, G. & Karataş, K. (2024).	Nitel Araştırma/ Fenomonolojik Yöntem
Kaya, A. (2022).	Nitel Yöntem/ Doküman Analizi
Sözdinler Karahan, H. S. (2007).	Nitel Araştırma/ Fenomonolojik Niteliksel Yaklaşım
İmamoğlu, M. (2024).	Nitel Araştırma/ Betimsel Analiz
Yakaboylu, G. C. (2016).	Karma Araştırma /Ölçme Aracı Geliştirme Basamakları
Öztürk, E. (2023). Ö	Nitel Araştırma/ Amaçsal Örnekleme
Artar, T. M., & Ergenekon, Y. (2020).	Karma Araştırma/ Keşfedici Sıralı Karma Yöntem
Kutlu, M. & Berk, S. (2023).	Nitel Araştırma/ Literatür Oluşturma
Özbey, F., & Diken, İ. H. (2010).	İş-Meslek Eğitimi ve İstihdamlarına

Tablo 4 incelendiğinde; yetişkinliğe geçiş becerileri kapsamında yapılmış çalışmaların yöntemleri incelendiğinde; elde edilen verilerde biri nicel, üçü karma, dokuzu nitel toplamda 13 çalışmanın yapıldığı görülmüştür. Çalışmalarda büyük çoğunlukla nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmalarda karma ve nice yöntemler nitel yöntemlere göre daha az tercih edilmiştir. Yapılan tarama sonucunda bunun nedenin alan yazın oluşturma ve kaynak edinme nedeniyle olabileceği düşünülmektedir. Gelecekte alan üzerine yapılan çalışmaların artması ve çalışmaların çoğalması ile nitelikli nicel ve karma araştırmaların artacağı düşünülmektedir.

Tablo 5. Yetişkinliğe Geçiş Becerileri Konusunda Yapılan Çalışmalarda Katılımcı Dağılımı

Çalışmalar	Katılımcılar	Katılımcı Sayısı
Canarslan ve Tezel, 2024: 10 (01)	Ebeveyn	24 (12 Anne,12 Baba)
Kasap, C., & Ergenekon, Y. (2023).	Öğretmen, Ebeveyn	44 (31 Öğretmen, 13 Ebeveyn)
Bahçalı, T. (2016).	Zihinsel Yetersiz Bireyler	2 Erkek 1 Kadın
Tercanlı Metin, G. & Karataş, K. (2024).	Öğretmenler	13 Öğretmen
Sözdinler Karahan, H. S. (2007).	Öğretmen	34 (25 Kadın, 9 Erkek)
İmamoğlu, M. (2024).	Öğretmen	31
Yakaboylu, G. C. (2016).	Zihinsel Yetersizliği Olan Bireyler	413
Öztürk, E. (2023). Ö	Ebeveyn, Öğrenci, Öğretmen, İşveren	42 (9 Öğrenci, 9 Ebeveyn, 13 Öğretmen, 9 İşveren)
Akgül, R. C. (2023)	Ebeveyn	12 Anne
(Özbey ve Diken, 2010;	Yok	Yok
Kutlu ve Berk, 2023;	Yok	Yok
Artar ve Ergenekon, 2020;	Yok	Yok
Kaya,2022	Yok	Yok

Tablo 5'te yetişkinliğe geçiş becerileri kapsamında yapılan çalışmaların katılımcı dağılımına bakıldığında; yapılan araştırmalarda katılımcı olarak aile bireyleri ve öğretmenlerin daha çok tercih edildiği görülmektedir. Özel gereksinime sahip bireylerin yetişkinliğe geçiş becerilerine yönelik çalışmalarda katılımcı sayısının arttığı görünse de araştırma sayısı kapsamında yeterli sayıda olmadığı ve sınırlı araştırma da yer aldıkları görülmektedir. Yapılan analizler sonucu, çok sayıda çalışmanın öğretmen, anne ve baba gibi kişilerle dolaylı olarak yürütüldüğü, nitel araştırma yöntemlerinin çalışmalarda ağırlıklı olarak kullanıldığı ve fenomenolojik desenin yapılan çalışmalarda tercih edilirlik notasında öne çıktığı belirlenmiştir. Bu konuda yapılmış çalışmaların (Özbey ve Diken, 2010; Kutlu ve Berk, 2023; Artar ve Ergenekon, 2020; Kaya, 2022) ise; daha çok belge inceleme ve literatür tarama çalışmaları olduğu ve herhangi bir katılımcı bulunmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle yapılacak olan yeni çalışmalarda uygulamaya yönelik araştırmaların tercih edilmesi alanı zenginleştirecektir. Ayrıca gelecekte yapılacak çalışmalarda araştırmaların katılımcılarının artıp genişleyeceği ve özel gereksinimli yetişkin ve yetişkinliğe geçen bireylerin yer alacağı da düşünülmektedir.

Yetişkinliğe geçiş dönemi, özel gereksinimli bireylerin çocukluktan yetişkinliğe geçiş yaptıkları kendi ayakları üzerinde durmaları, bağımsız yaşam kazanmaları, sosyal yaşama katılımları ve bireysel yeterliliklerini geliştirmeleri açısından kritik bir dönemdir (Ergenekon, 2012). Bu çalışma kapsamında yetişkinliğe geçiş dönemi için 2000-2025 yılları arasındaki yapılmış çalışmaların incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada alan yazın içerisinde bulunan makale ve tez çalışmalarının dokümantasyon yöntemi ile incelenerek, elde edilen veriler var olan alt problem sorularına göre incelenmiş ve analiz edilmiştir. Bu kapsamda 2000-2025 yıllarında arasında ülkemizde yapılan 21 çalışmaya ulaşılmış bu çalışmalardan da dahil edilme kriterlerini karşılayan 13 tane tez ve makale çalışması araştırmaya dahil edilmiştir. Bu çalışma içinde yetişkinliğe geçiş becerileri alanında ve alt alanları içinde barındıran ve dahil etme kriterlerini karşılayan 13 çalışma var olan araştırma problemlerine göre konu dağılımı, çalışma yılı, yöntem/teknikleri ve katılımcıları açısından incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonunda

yetişkinliğe geçiş becerileri kapsamında ülkemizde sayıca ve konu kapsamında yeterli sayıda nitel ve nicel araştırmanın yapılmadığı ülkemizdeki üniversite ve özel gereksinimli birey sayısı düşünüldüğünde yetersiz kaldığı görülmektedir. Ancak son yıllardaki çalışma sayılarındaki artışla konuya olan ilginin arttığı görülmektedir. Ayrıca araştırmaların sayının artacağı ve alan yazının genişleyeceği de düşünülmektedir. Bu genişleme ile daha geniş boyutlu ve kapsamlı çalışmaların yapılacağı ve sonuçlarının ulusal boyutta etkiler barındırabileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; makale ve tezlerde kullanılan yöntemlerin en çok nitel yöntemlerin olduğu görülmüştür. Çalışmalar içerisinde en çok kullanılan nitel yöntemin fenomonolojik desen yöntemiyle desenlenmiş araştırma çalışmalarını doküman inceleme, gözden geçirme ve literatür çalışmaları izlemiştir (Bahçalı, 2016). Yapılan çalışmalarda nitel yöntemlerin ve tarama modellerinin kullanılmasının nedeninin araştırmacı azlığı, ekonomik sebepler, zaman ekonomisi açısından tercih edilmiş olması mümkündür.

Yetişkinliğe geçiş becerileri ile ilgili yapılan çalışmaların katılımcılarına bakıldığında çalışmaların büyük çoğunluğunda öğretmen, anne ve baba üçgeninde olduğunu görmek mümkündür. Bunun ana sebebinin araştırma deseni, yöntemi ve tekniklerinden kaynaklandığını söylemek oldukça olası bir durumdur. Çünkü yapılan araştırmalarda araştırmacıların amacının var olan durumu ortaya koyma çabası, aile ve özel gereksinimli bireyin ihtiyaçlarını belirleme, literatüre katkı sağlama olduğu söylenilebilir (Özbey ve Diken, 2010). Bu duruma tam tersi örnek çalışmalar ise Yakaboylu (2016) ve Bahçalı (2016) 'nın yayınlamış oldukları iki tez çalışmasıdır. Bu iki çalışma yetişkinliğe geçiş döneminde yer alan özel gereksinimli bireylerle doğrudan yapılmış çalışmalardır. Her iki çalışma da 18-24 yaş aralığındaki toplam 500 özel gereksinimli bireyle çalışılmıştır. Yakaboylu, (2016)'nın çalışmasında ölçme aracı geliştirilirken, Bahçalı (2016) günlük yaşam becerileri kapsamında tablet kullanımında video modelle beceri öğretimi yapılmış ve becerinin öğretiminde video model tekniğinin etkililiği ölçülmüştür. Bu durumlar göz önüne alındığında bugüne dek araştırmaların var olan durumu ortaya koyma gayretinde olduğu ve çalışmaların bu yönde olduğu belirlenmiş durumun nedeninin araştırmacı eksikliği ve alan yazın yetersizliğinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Kutlu ve Berk, 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yetişkinliğe geçiş becerileri alanında ülkemizde yapılan çalışmalar belirlenen metot ve araştırma soruları sonunda incelendiğinde; yetişkinliğe geçiş becerileri ile ilgili çalışmaların ülkemizde 2007 yılında ilk olarak yapıldığı ardından da 2016 yılındaki yetişkinliğe geçiş becerileri ölçeği ve yetişkinliğe geçiş döneminde bulunan üç özel gereksinimli bireyle yapılan tablet kullanımında video modelle öğretim yönteminin etkililiği çalışmaları ile devam ettiği görülmüştür. Bu çalışmalardan sonra ise, ülkemizdeki çalışmaların daha çok alan yazına literatür kazandırma; aile, öğretmen ihtiyaçlarını belirlemeye yönelik çalışmalar olduğu görülmüştür. Konu ile ilgili çalışma sayısının 2020 yılı itibariyle tekrar artış gösterdiği ve çalışılmaya başlandığı görülmüştür. Yapılan makale ve tez çalışmalarında daha çok nitel yöntemlerin kullanıldığı, katılımcıların ise ebeveyn ve öğretmen ekseni etrafında döndüğü görülmüş bunun sebebinin de çalışmanın amacına yönelik amaçsal örnekleme yöntemiyle tercih edilebileceği tahmin edilerek belirlenmiştir. Özel gereksinimli bireyler için onları bağımsızlaştıracak uygulama, öğreti, kanun ve yapılan bütün destek çalışmaları oldukça önemlidir. Çünkü özel gereksinimli bireylerin sadece küçük yaşta ve okul yaşantısında değil, okul hayatı sonunda ve yetişkinliğe geçişte ve yetişkinlik dönemlerinde de desteklenmesi gerekmektedir. Yapılan incelemeler ve araştırma sonuçları ele alındığında yetişkinliğe geçiş becerilerindeki gelecek çalışmalar ve araştırmalar için şu öneriler verilebilir:

- Yetişkinliğe geçiş becerileri konusunda daha fazla araştırma yapılabilir. Alan yazın içerisindeki araştırma sayısının oldukça az olduğu görülmüştür. Yetişkinliğe geçiş becerileri konusunda özel gereksinimli bireylerin katılımcı olduğu nitelikli nicel araştırma sayısı arttırılıp nitelikli çalışmalar alan yazını destekleyebilir.
- Dünya literatürü ile ülkemiz yetişkinliğe geçiş becerileri literatürünün karşılaştırılması yapılabilir. Eksik kaldığımız veya eksik konularımızda ulusal boyutta çalışmalar yapılabilir.
- Dünya literatüründe yapılmış çalışmaların ülkemize çevrilerek uyarlanması sağlanarak, literatür genişletilebilir.
- Yetişkinliğe geçiş becerileri çalışmalarını teşvik edici eğitim öğretim programları düzenlenerek müfredata eklenebilir.
- Müfredat ve planlamalarda yapılan değişikliklere uygun yetişkinliğe geçiş becerilerini destekleyen geçiş planlama birim ve komisyonları kurulabilir.
- Hazırlanan müfredat ve programlara uygun fiziki ve teknolojik yeterliliği olan okullar kurulabilir.
- Yapılan bu çalışmalar sadece okul, aile, öğretmen ve özel gereksinimli birey ekseninde kalmayarak işverenler başta olmak üzere toplumun tamamına mal edici sempozyum, kongre vb. çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Aktaş, B., Kot, M., ve Yıkmış, A. (2020). Özel eğitimde geçiş planlama ve hizmetleri. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi, 21(1), 149-170*.https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.441254

Artar, T. M., & Ergenekon, Y. (2020). Yetişkinliğe geçişte ilk adım: Gelişimsel yetersizliği olan bireyler ve kariyer eğitimi. *Kastamonu Education Journal, 28(5), 1902–1914.* https://doi.org/10.24106/kefdergi.3892

Bahçalı, T. B. (2016). *Gelişimsel eksiklikler olan bireylere tablet bilgisayarla sunulan video modelle öğretimin iş yapma becerisini göstermedeki etkililiği / Tablet PC ile sunulan video bölümünün gelişimsel uzunluğu olan bileşenlerin iş ayrıntılarının öğretiminde etkililiği* (Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi.)

Bakkaloğlu, H. (2013). Ebeveynlerin gözüyle özel gereksinimli çocukların erken müdahaleden okul öncesi programlara geçiş süreci. *Eğitim ve Bilim, 38(169).* https://educationandscience.ted.org.tr/article/view/1174

Canarslan, H., & Tezel, D. (2024). Zihinsel engelli yetişkinlerin arkadaşlık ilişkilerinin anne-baba görüşlerine göre incelenmesi. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences* (BNEJSS), 10(1).

Demir, A. Z., & Eliöz, M. (2024). Engelli bireylerin eğitim ve istihdamı için bir model önerisi. the journal of academic social science, 33(33), 76–90. https://doi.org/10.16992/asos.2445

Ergenekon, Y. (2012). Yetişkinliğe geçiş süreci özel eğitimde planlama ve uygulama. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12*(1), 75-84.

İmamoğlu, M. (2024). Özel Eğitim Meslek Okulu Koordinatör Öğretmenlerinin Zihin Yetersizliği Olan Öğrencilerin Istihdama Hazırlık Sürecine Ilişkin Görüşlerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi (Türkiye)).

Kasap, C., & Ergenekon, Y. (2023). Gelişimsel Yetersizliği Olan Öğrencileri Bağımsız Yaşama Geçişe Hazırlamada Öğretmenlere Yönelik Tasarlanan Eğitim Programının Etkililiği. *Eğitim ve Bilim, 48(215).*

http://dx.doi.org/10.15390/EB.2023.11450

Kaya, A. (2022). Hep çocuk kalmıyorlar: Türkiye'de zihin yetersizliği olan yetişkinlerle yapılan akademik çalışmalar. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi, 5*(1), 22-37.

Kaya, A., & Wehmeyer, M. L. (2024). Türkiye'deki zihinsel engelli yetişkinler için ABD ile karşılaştırıldığında bir model önerisi geliştirme çalışması. *Uluslararası Gelişimsel Engelliler Dergisi, 70*(1), 89-99

Kutlu, M. & Berk, S. (2023). Zihinsel Yetersizliği Olan Bireylerin Yetişkinliğe Geçiş Sürecinde Ebeveyn Katılımının Sağlanması İçin Eğitimcilerin Uygulayabilecekleri Stratejiler. *Hakkâri Eğitim Fakültesi Dergisi (HEFDER), 2(1), 65-77*

MEB Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği. (2025). *Millî Eğitim Bakanlığı.* https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2012_10/10111226_ozel_egitim_hizm_etleri_yonetmeligi_son.pdf

Ulugöl, F. & Erbaş, E. (2020). Özel gereksinimi olan öğrencilerin okul dönemi geçişleri: yaşanan zorluklar ve çözüm önerileri. *Trakya Eğitim Dergisi,* 10(2), 444-459.

Doi: 10.24315/tred.659308

Sözdinler Karahan, H. S. (2007). İşitme engelli öğrencilerin okul yaşamından toplumsal yaşama geçişte sahip olmaları gereken bağımsız yaşam becerileri ile ilgili anne-baba ve öğretmen görüşlerinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Tercanlı Metin, G., & Karataş, K. (2024). Hafif zihinsel engelli gençlerde self-determinasyon: eğitimcilerin görüş ve uygulamaları üzerine bir değerlendirme. *International Journal Of Eurasia Social Sciences/Uluslararasi Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi, 15(56)*

Https://Doi.Org/10.35826/İjoess.4414

Özbey, F., & Diken, İ. H. (2010). Zihinsel yetersizliği olan bireylerin iş-meslek eğitimi ve istihdamlarına yönelik Türkiye'de yapılan araştırmaların gözden geçirilmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi,* 11(02), 19-42.

Wagner, M. (1991). Youth with disabilities: How are they doing? *The first comprehensive report from the National Longitudinal Transition Study of Special Education Students.*

Yakaboylu, G. C. (2016). Özel gereksinimli öğrenciler için yetişkinliğe geçiş becerileri ölçme aracının geliştirilmesi (Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Türkiye)).

ENHANCING ROAD SAFETY WITH A CNN-BASED DRIVER DROWSINESS DETECTION AND ALERT SYSTEM

Manya Bisht

Dr.Jogendra Kumar

Rishit Rawat

Neha Angaria

Ravi Kumar

Aanchal Singh

Cmputer Science and Engineering Department

G.B.Pant Institute of Engineeing and Technology Pauri Garhwal Uttarakhand, India

ABSTRACT

Fatigued drivers are a major contributor to traffic accidents, particularly during long or nighttime drives. To address this issue, a real-time, vision-based Driver Drowsiness Detection System has been developed to monitor driver alertness and provide immediate alerts using Convolutional Neural Networks (CNN) and facial landmark analysis. A webcam captures a live video stream, and each frame is analyzed to detect key indicators of drowsiness. These include: (1) eye state, determined by a CNN trained to classify cropped eye images as "Open" or "Closed"; (2) yawning, identified through the Mouth Aspect Ratio (MAR) calculated from facial landmarks; and (3) head tilt, assessed using Dlib's 68-point facial landmark detector to measure the angle between the nose and chin. The system classifies a driver as drowsy if the eyes remain closed for a defined threshold (e.g., 15 consecutive frames), or if repeated yawning or head tilting is observed. Upon detection, a real-time audio alarm is triggered to alert the driver, and the incident is logged. The system is accompanied by a web dashboard that visualizes facial landmarks, real-time values of the head tilt, MAR and Eye Aspect Ratio (EAR), and has a detection log and continuous monitoring statistics based on Flask. The outcome is a real-time fully working drowsiness detection system that would create a lightweight, non-invasive, non-obstructive, system that when run on any standard computing device does not require any extra sensor to run.

Keywords: Driver Drowsiness Detection, CNN, Eye Aspect Ratio, Mouth Aspect Ratio, Head Tilt, Deep Learning, Computer Vision, Real-Time Monitoring, Flask Dashboard.

Introduction

One of the main causes of vehicular accident is driver exhaustion, which may lead to serious injuries or death. The statistics of the whole world show that a considerable part of accidents on the road amount to inattentive or sleepy drivers. Normal prevention interventions like con suming caffeine or taking breaks are not always effective. Therefore, technological agencies are required so that there will be constant surveillance and instant notification. The proposed system also uses the opportunities of Deep Learning and Computer Vision to become an efficient and non-intrusive product. The eyes state classification module comes with the backbone of a Convolutional Neural Network (CNN); however, the presence of facial

landmarks has been applied in the detection of yawning and the tilting of the head. The objective of the system is to develop easy, real-time and hardware-intensive solution to minimize the number of accidents caused by drowsiness.

System Architecture

The proposed Driver Drowsiness Detection and Alert System have the following modules in their architecture:

1. **Video:** A webcam records the continuous video frames of the driver.
2. **Detection of Facial Landmarks:** Facial landmarks are detected with the help of a 68-point detector introduced by Dlib.
3. **Eye State Classification:** Monocular images are considered about the eyes so that they are given into an already trained CNN model to discriminate between the states of the eyes that are either "Open" or "Closed."
4. **Yawning Detection:** facial landmarks are used to estimate the ratio between the mouth aspect ratio (MAR) and detect the event of yawning.
5. **Head Tilt Monitoring:** The tilt angle between the chin and the nose is estimated so as to identify any abnormal movements of the head.
6. **Drowsiness Detection Logic:** Drowsiness is detected by a consistent loss in one of the following; closure of eyes, constant yawning, or a significant head tilt.
7. **Alert System:** There is an audio warning that goes off when you are drowsy.
8. **Flask Dashboard:** It is a web application that shows real-time statistics, landmarks, and system logs.

Methodology

Aspect ratio of eyes eyes (EAR):EAR determines whether the eyes are open or closed. It is estimated through the application of six facial landmarks on and around the eyes. A steady lowering of EAR means that the eyes are shut. When EAR falls and stays below a given limit (e.g. 0.25) for a number of frames (e.g. 15), the system will mark the driver as drowsy.

Mouth Aspect Ratio (MAR): Another indication of fatigue is yawning. MAR is measured by taking vertical and horizontal measures of the landmarks of the mouth. Yawning is shown by a high MAR value over more than a few frames.

Head Tilt Detection: The system estimates the angle of the tilt on the face using the facial landmarks on the nose and chin. Alternatively, when the angle moves unusually away in a prolonged period, then it indicates fatigue-related head nodding.

CNN on Eye Classification: a CNN is trained on an eye image dataset that is cropped and manually labelled the image as either open or closed doors. The developed model is highly accurate and real-time performance is guaranteed, which makes sensing of the eye state effective.

Implementation

The app will be programmed in Python and the major libraries will be the following:

- **OpenCV**: For video stream capture and image processing
- **Dlib**: For facial landmark detection
- **Keras/TensorFlow**: For building and running the CNN model

- **Flask**: For developing the web dashboard
- **Threading**: To manage parallel execution of detection and streaming

Hardware Requirements:

- Webcam (integrated or external)
- Standard laptop or PC (no GPU required)

Software Requirements:

- Python 3.8+
- Libraries: OpenCV, Dlib, TensorFlow, Flask, NumPy, imutils

Results and Analysis

The system trials were realized under various lightings, head angles, and user types. It can be noted that:

- **Accuracy**: Eye state classification achieved ~95% accuracy.
- **Responsiveness**: Real-time performance (20–30 FPS on a standard PC)
- **Robustness**: Accurate detection despite moderate head movements and facial accessories (glasses, beard)

Sample results from the Flask dashboard:

- EAR: 0.19 (eyes closed)
- MAR: 0.75 (yawning)
- Head Tilt: 28 degrees (indicative of fatigue)
- Alert triggered: Yes

Web Dashboard Features

The user-friendly dashboard improves user-interface and system visibility built with the Flask. Key features:

- Real-time display of video feed with facial landmarks
- Numerical display of EAR, MAR, and head tilt angle
- Detection logs with timestamped events
- Audio alert toggle
- This dashboard can be deployed on local networks or cloud platforms for fleet management applications.

Conclusion

The Driver Drowsiness Detection and Alert system found in the CNN CNN-based designed in this project serves as a stable and effective decision on a looming problem and road safety that is driver fatigue. The system has an ability to monitor facial cues in real-time due to the utilization of deep learning and the use of computer vision to predict any sign of drowsiness. Other signs of key importance like long periods of eye closure, yawning and tilting their heads are monitored and analyzed by a webcam feed. In the system, Convolutional Neural Network (CNN) is used to classify the eye states, whereas the facal landmark features are extracted to

determine the Eye Aspect Ratio (EAR), Mouth Aspect Ratio (MAR), and the angle of head tilt using the 68-point model of Dlib. In case of drowsiness (like the closing of eyes after a certain fixed number of frames) an audio warning is sounded off instantly to wake up or caution the driver. Such a system establishes the foundation of the more enhanced usage in driver monitoring. In the future, the analytics may become cloud-based, it will work with mobile, and be connected to the vehicle control systems. All in all, it is a good addition to the parade of minimalizing fatigues and reducing accidents risks in transportation with deployed and smart technologies.

References

1. Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol. 1, pp. I–511. DOI: https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990517
2. Soukupová, T., & Čech, J. (2016). Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks. 21st Computer Vision Winter Workshop, Rimske Toplice, Slovenia. Page No.: Full paper (6 pages). Available at: https://vision.fe.uni-lj.si/cvww2016/proceedings/papers/05.pdf
3. Kazemi, V., & Sullivan, J. (2014). One Millisecond Face Alignment with an Ensemble of Regression Trees. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 1867–1874. DOI: https://doi.org/10.1109/CVPR.2014.241
4. King, D. E. (2009). Dlib-ml: A Machine Learning Toolkit. Journal of Machine Learning Research, Vol. 10, pp. 1755–1758. Available at: http://jmlr.org/papers/volume10/king09a/king09a.pdf
5. OpenCV Documentation. Open Source Computer Vision Library. Available at: https://docs.opencv.org
6. Chollet, F., et al. (2015). Keras: Deep Learning Library for Theano and TensorFlow. Website: https://keras.io

REAL-TIME DRIVER SLEEPINESS DETECTION WITH CNN VISION-BASED DROWSINESS DETECTION

Manya Bisht

Dr. Jogendra Kumar

Rishit Rawat

Neha Angaria

Ravi Kumar

Aanchal Singh

Cmputer Science and Engineering Department G.B.Pant Institute of Engineeing and Technology Pauri Garhwal Uttarakhand, India

ABSTRACT

Driver exhaustion is a significant contributor to road accidents worldwide, especially during long or nighttime journeys. To address this issue, a real-time vision-based drowsiness detection system is proposed that monitors driver alertness using Convolutional Neural Networks (CNN) and facial landmark detection. The system employs a standard webcam to continuously capture live video, with each frame analyzed to detect signs of fatigue. The detection algorithm focuses on three key indicators: (1) eye state detection using a CNN trained to classify cropped eye images as "Open" or "Closed"; (2) yawning detection through the Mouth Aspect Ratio (MAR), calculated from facial landmarks; and (3) head tilt estimation by measuring the angular displacement between the nose and chin using Dlib's 68-point facial landmark model. The system identifies drowsiness when the driver's eyes remain closed beyond a defined threshold (e.g., 15 consecutive frames), or when repeated yawning or head tilting is observed, upon which a real-time audio alert is triggered and the event is logged. To enhance monitoring, a Flask-based web dashboard is integrated, displaying live overlays of facial landmarks, real-time values for Eye Aspect Ratio (EAR), MAR, and head tilt, along with detection logs and alert statuses. Designed to be lightweight and non-intrusive, the system operates efficiently on standard computing hardware without requiring additional sensors. By leveraging deep learning and computer vision, this solution provides a practical and effective means of enhancing road safety through real-time driver fatigue detection.

KEYWORDS

Driver Drowsiness Detection, CNN, Eye Aspect Ratio, Mouth Aspect Ratio, Head Tilt, Deep Learning, Computer Vision, Real-Time Monitoring, Flask Dashboard.

Introduction

Driving safety is an international issue and vehicle accidents caused by fatigue and sleepiness of the drivers constitute a substantial fraction of such accidents on highways and late-night driving. Feelings of sleepiness slow down the reaction mechanisms, interfere in decision making and leaves one vulnerable to collisions. Based on the research conducted by different bodies, it has been noted that drowsy driving is equivalent to driving under influence and in this case, it is not properly reported and actually, it is hard to stop. In order to address this problem,

we suggest driver drowsiness sensation system, based on vision and working real-time. The idea of the project is that it should be able to monitor driver alertness with the help of Convolutional Neural Networks (CNN) and facial landmark detection without the need of having an intrusive sensor or expensive hardware. It is proposed that the system be efficient, practical and able to run on common computing hardware (such as a laptop or a Raspberry Pi with a web cam). The system records changes in facial characteristics and tells about the alertness level of the driver, analyzing eye closure, yawning, and movement of his head. Integrated with a Flask-based dashboard to give feedback and recording in real time, it is not only usable by an individual driver, but also by fleets to check or as a research project. This report has provided the technical architecture of the system, its implementation strategy, as well as practical applicability. We also address the comparison of this method with the methods that exist, and why deep learning, more precisely CNNs, is parabolic to this vision-based fatigue detection task.

System Architecture Overview

The offered system includes three main blocks: (1) Eye State Detection, (2) Yawning Detection, (3) Head Tilt Estimation that should detect significant symptoms of the exhaustion of a driver. These modules operate on a real time basis but are monitored and logged by a Flask web feature.

- **Input Capture:** A typical webcam captures the video image of the face of the driver: it just keeps streaming video. It is a non-invasive access generally available input device.
- **Preprocessing:** The frame of every video is transformed to grayscale in order to reduce the computing costs. Dlib facial landmark detector detects points on a face that reveal important facial parts e.g., mouth, nose, and chin.
- **Eye State Detection:** The eye regions are cropped and given to a CNN that is trained to determine either eye region as an open OR closed. When the eyes are closed extended periods (various frames at a time) the system raises a signal about the threat of falling asleep.
- **Yawning Detection:** Mouth Aspect Ratio (MAR) is calculated based on the measurements of distance between the lips landmarks. An above-determined threshold of MAR results is a sign of yawning.
- **Head Tilt Estimation:** Angular distance between the chin and the nose is estimated. The tilt or nodding may be significant and can be a sign towards sleep or loss of focus.

All calculations are applied on a real-time basis and warnings are produced when fatigue is suspected. The dashboard gives real-time visual feedbacks and records the events.

3. CNN for Eye State Classification

One of the most important elements of the system is the ability to define whether the eyes of the driver are open or closed with the help of Convolutional Neural Network (CNN). The CNNs are a type of deep learning that is specialized in image classification attributable to the capacity of foreseeable responsiveness in ascertaining spatial properties.

- **Data Collection:** The training data set used to collect the images was made up of thousands of labeled images of eyes which were open and closed.
- **Architecture:** The CNN employed is a small and precise model having convolution layers having ReLU activation, pooling layers ternary spatial dimensions, and consequently the entirely joined layers to mark the output. To avoid the overfitting, dropout layers are introduced.
- **Training:** The model will be trained by a cross-entropy loss and will be optimized by an Adam optimizer. The test results accuracy is more than 95 per cent which is a high precise ratio of detecting instances in the real world.

- **Prediction:** Cropped eye areas will be scaled and scaled about the real time and passed as input into the model. The system will provide an alert in the instance that both eyes are detected as closed in the threshold number of consecutive frames.

This classification that is tied to CNN can be calculated at high speeds and with high accuracy of eye state recognition, which is essential in accurate fatigue detection.

Facial Landmark Analysis: MAR and Head Tilt

Drowsiness Detection Using Facial Landmark Analysis

Yawning and movements of the head besides closing of the eyes are also a sure sign of fatigue. Such properties are recognized with the help of 68-point pre-trained facial landmark model offered by Dlib, which allows precise analysis of faces in real-time.

- **Yawning Detection (Mouth Aspect Ratio - MAR):** Consecutive computation of Mouth Aspect ratio (MAR) identifies Yawning, in which vertical and horizontal are used to determine the distance between key landmarks on mouth. A large rise in MAR exceeding a pre-determined level (usually large increases in MAR sustained over at least 2 successive frames) is a sign of a yawning event.

The MAR is calculated as:
$$MAR = (||P63 - P67|| + ||P62 - P66||) / (2 \times ||P61 - P65||) \quad (1)$$

- Head Tilt Estimation: It estimates the movement of the head by counting the degrees between the nose and the chin points. The recurring or frequent shifting of the angle of eyes away towards a neutral angle are indications of lack of attention or sleepiness.

The tilt angle (θ) is computed as:
$$\theta = \arctan((y_{chin} - y_{nose}) / (x_{chin} - x_{nose})) \quad (2)$$

The above methods are computationally light and are still effective regardless of lighting conditions, and/or the direction of a face. Combined with eye state analysis (e.g., EAR - Eye Aspect Ratio) the system as a whole becomes quite accurate and reliable at detecting drowsiness.

- **Flask-Based Real-Time Monitoring Dashboard:** In order to track the development of a dashboard in an easily comprehensible format and seamless real-time monitoring, a web-based dashboard is designed using the Flask framework. The following are the features of this interactive interface:
- **Live Video Feed-** Pi Holy real-time stream with facial landmarks over those photos available, so users can see what is occurring in terms of facial analysis.
- **Metric Visualization:** It constantly records and shows most important indicators like EAR, MAR and head tilt angle and allows close monitoring of fatigue indicators.
- **Event Logging:** All identified instances of drowsiness are time stamped and recorded together with the values of the measures so that they can be analyzed and reported later.
- **System Alert Mechanism:** The system would alert the user by creating a sound audio signal to the user and sending real time visual update on the dashboard when the system detects drowsiness.

The dashboard is locally based and can be accessed with a Web browser and thus it can be used as stand-alone or incorporated into more widespread fleet management applications.

4. Implementation, Results, and Future Work

The libraries that were used in the implementation of the system include OpenCV, Dlib, Keras/TensorFlow, and Flask all in Python. It can run well on laptops and embedded systems such as Raspberry Pi 4, indicating the possibility of using it in real world.

- **Performance:** Performance tests were conducted in a variety of lighting and background conditions with the model reporting at least 90 per cent accuracy in detecting all the three indicators.
- **Responsiveness:** The system supports 15 25FPS based on the hardware that is adequate enough to be used in monitoring in real time.
- **Alert Accuracy:** Alerting more than once on single metric was avoided by having a smaller ratio of false positives by fusing different indicators of fatigue.
- Future Enhancements:
- Connection to car systems that allow automatic control (e.g. reduced speed).
- Cloud analytics to monitor long term behaviour of drivers.
- Additional indicators that should be incorporated include the blink rate and pupil dilation.
- Several language support of dashboard and mobile smartphone app.

Conclusion

The proposed system of real-time detection of driver drowsiness is a unique complex of the latest achievements of deep machine learning, computer vision, and web technologies and is an affordable and efficient way to improve road safety. In contrast to the systems based on the usage of huge amounts of hardware components that need EEG sensors or special equipment, this vision-based system will involve very conveniently available devices and powerful algorithms to identify the initial signs of fatigue. Using a trained CNN-based model, facial landmark analysis with detecting landmarks and connecting them with the body, and real-time feedback by using a web dashboard built on Flask, the system is reliable and notifies instantly due to using facial landmarks in the analysis. It is modular and light-weight thus enabling its broad use in vehicles, fleets, and research, among others. The study adds to the emerging industry of the application of AI in road safety and provides new opportunities in smart transport system. Further evolution and incorporation with automad and mobile systems has the potential to render such systems widespread in auto technologies in the future.

References

1. Viola, P., & Jones, M. J. (2001). Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol. 1, pp. I-511–I-518. DOI: 10.1109/CVPR.2001.990517
2. Soukupová, T., & Čech, J. (2016). Real-Time Eye Blink Detection Using Facial Landmarks. 21st Computer Vision Winter Workshop, Rimske Toplice, Slovenia. DOI: 10.1109/ACC.2016.7525418
3. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 25, pp. 1106–1114. DOI: 10.5555/2999134.2999257
4. Tzutalin. (2015). LabelImg: A graphical image annotation tool to label object bounding boxes in images [GitHub]. Retrieved from https://github.com/tzutalin/labelImg

5. King, D. E. (2009). Dlib-ml: A Machine Learning Toolkit. Journal of Machine Learning Research, 10, pp. 1755–1758. DOI: 10.1145/1577069.1755843
6. Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., … Amodei, D. (2020). Language Models Are Few-Shot Learners. Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 33, pp. 1877–1901. DOI: 10.48550/arXiv.2005.14165

REAL-TIME DRIVER FATIGUE DETECTION USING A DEEP LEARNING-BASED APPROACH TO MAKING OUR ROADS SAFER

Manya Bisht

Dr.Jogendra Kumar

Rishit Rawat

Neha Angaria

Ravi Kumar

Aanchal Singh

Cmputer Science and Engineering Department G.B.Pant Institute of Engineeing and Technology Pauri Garhwal Uttarakhand, India

ABSTRACT

Fatigue during long-distance or nighttime driving remains a leading cause of road accidents. To mitigate this risk, a real-time vision-based Driver Drowsiness Detection System is proposed, utilizing Convolutional Neural Networks (CNN) and facial landmark detection to monitor early signs of driver fatigue. A webcam captures a live video stream, and each frame is analyzed to detect three key indicators: (1) eye state, classified as "Open" or "Closed" using a CNN trained on cropped eye images; (2) yawning, detected through the Mouth Aspect Ratio (MAR) computed from facial landmarks; and (3) head tilt, measured by calculating the angular displacement between the nose and chin using Dlib's 68-point facial landmark model. If the eyes remain closed for a specified duration (e.g., 15 consecutive frames) or if repeated yawning or head tilting is observed, the system triggers a real-time audio alert and logs the incident. A Flask-based web dashboard enhances usability by displaying live facial landmarks, real-time values of Eye Aspect Ratio (EAR), MAR, and head tilt, along with a history of detection events and alert statuses. Designed to be lightweight and non-intrusive, the system operates efficiently on standard computing hardware without the need for external sensors. By integrating deep learning with conventional facial analysis techniques, this solution provides an effective, real-time approach to improving road safety through early detection of driver drowsiness.

KEYWORDS

Driver Drowsiness Detection, CNN, Eye Aspect Ratio, Mouth Aspect Ratio, Head Tilt, Deep Learning, Computer Vision, Real-Time Monitoring, Flask Dashboard.

Introduction and Problem Statement

Accidents due to fatigue contributes to a high percentage of road carnage accidents over the world. Causes of drowsiness among drivers are long distance driving, failure to take time off or boring road conditions. Although automotive safety has developed tremendously, human factor particularly awareness is a vital ingredient. Conventional solutions such as the lane departure warning signals and steering pattern analysis are post-factum or rely on costly gadgets. This report is a real-time non-intrusive driver drowsiness detection system which uses computer vision and deep learning. The essence of it is keeping track of a driver regarding facial behavior namely eye closure, yawns, and posture of the head, in order to detect fatigue at an

early stage. Frame analysis is done in real time in that each frame is analyzed by the system using webcam to capture the video. It uses lightweight architecture that performs effectively in a typical computing environment, unlike other wearable or expensive sensors. The suggested strategy puts the power of the Convolutional Neural Networks (CNNs) together with the facial landmark detection. It provides alerts in time and is able to do so through examination of facial features in a dynamic manner, helping prevent accidents before they happen. The system also includes a flask-based flask dashboard of visualization and monitoring of the driver state giving it real-time feedback and a history of information. In contrast to current solutions, this real-time drowsiness detection scheme suffers minor weaknesses, providing it as economical, scalable, and accurate. It also introduces the possibility of further applications like car automation, tracking of vehicles and cloud analysis. The rest of the report will describe the architecture of the system, the methodology, implementation and testing, results and the work to be done to make a difference to the system to make roads safer, thus making this solution a vital stepping stone.

System Architecture and Components

A combination of technologies is mounted in a single framework in the proposed driver drowsiness detection system. In a nutshell, the system consists of four primary parts, that is, input acquisition, feature extraction, fatigue detection logic, and alert management.

- **Input Acquisition:** There is live video of either a USB web cam or built in camera that continually records video frames of the driver. A frame-by-frame analysis pipeline is then applied to video feed.
- **Feature Extraction:** The captured frames are subjected to Dlib 68-point Facial landmark detector. In this model, important facial features like the eyes, nose, mouth and the jawline are identified. Based on these landmarks three particular indicators are drawn out:
- **Eye Aspect Ratio (EAR):** This is computed based on six landmarks of eyes and is the ratio of the vertical and horizontal eye distances. A constantly low EAR shows that the eyes are shut.
- **Mouth Aspect Ratio (MAR):** Is calculated based on the region of the mouth, it identifies the yawning activity based upon the extent of opening of the mouth.
- **Head Tilt:** The system can determine the position of the head of the driver through the determination of the angular difference between the nose, and the chin. An angle of the head could be signaling exhaustion or preoccupation.

CNN Eye-State Classifier: The accuracy of eye closure detection using Convolutional Neural Network trained on labeled dataset of open and closed eyes is improved. It categorizes cropped eye sections in every frame.

Alert Logic and Dashboard: The system will buzz/alert through audio when eyelid closure length is too much (e.g. EAR is below threshold or 15 frames of consecutive frames with falling below threshold), frequent yawning (repeated high MAR), excessive tilting of the head. At the same time, Flask-based dashboard records the event and shows the live data on detecting. This architecture provides the fast, accurate and interpretable drowsiness detection, both standalone and in-built.

Deep Learning Model and methodology

The system is based on the combination of classical facial analysis and deep learning to be a reliable and real-time system. The following are the key steps during the implementation.

Step 1: Landmark mapping, Facial Detection

68 landmarks on every frame are identified with the help of the pre-trained shape predictor, which was supplied by Dlib. The following landmarks assist in computing:

- Vertical and horizontal eye distances- EAR.
- MAR based on the size of the mouth height and width.
- Head tilt by using the angular inclination of nose bridge and chin.

Step 2: Classification of Eye State through CNN

Our aim is to overcome potential mistakes in EAR-based analysis (camera angle, lighting), so to correct them, we have proposed a CNN model that could classify the eyes as Open or Closed. The CNN was trained using an open-source dataset of thousands of eye images that were labelled. The architecture entails:

- convolution3, with ReLU activation

  Downsampling Downsampling with max-pooling layers

- Classification Flatten and Dense layers

This CNN gives a binary prediction: 1 (Open), 0 (Closed), of each detected eye image.

Step 3: Logic of the Decision Drowsiness

Provided that one of the following criteria is fulfilled:

- Eye closed >15 consecutive frames, >3 or more yawns in 60 sec,
- The angle of tilting the head above a certain pre-set degree (e.g., 20 degrees), then an audio alarm is set off and the event is recorded.

Step 4: Flask Dashboard

A Flask web server is configured to display:

Facial overlay on video in real time

- The value of EAR, MAR, and head tilt angle
- Status indicators; event history log

The dashboard has a monitoring and debugging application in practice.

Implementation

The Python language was used to implement the real-time system of detecting the fatigue of drivers; the following libraries were used:

- **OpenCV:** To take video frame and process it
- **Dlib:** Detecion of the facial landmarks
- **Keras /TensorFlow:** to design / train the CNN model
- **Flask:** To develop the dashboard on the web

Numpy&Scipy: To perform mathematical calculations such as EAR, MAR and angle calculations

Hardware Requirements

The system has been carried out with:

- Intel i5 8 th Generation CPU
- 8GB RAM
- No special graphics card (9)
- 30fps standard webcam

Software Flow:

1. Start Python Flask.
2. Here the webcam stream is launched, and inserted into the pipeline.
3. Deceptions extracted faces of each frame.
4. Calculation of EAR, MAR and angle of head tilt.
5. CNN works on the images of the eyes.
6. In case of exceeding thresholds, there will be an alert.
7. Reports are visualized and updated in real-time on dashboard.

Learning of the CNN:

- Data: Labeled Eye Image (Open / Closed)
- Augmentation: Rotation, flipping and adding noise
- Accuracy: Obtained the accuracy of ~96 percent in the validation data

Deployment: Docker supported containerization of the application to allow portability. It is executable on laptops, Raspberry Pi (with priority reduction), or can be cloud-deployed to analyse fleets of vehicles. It is plug-and-play and does not require calibration thus it is fit to be deployed in individual vehicles, commercial fleets as well as transportation networks.

Results and Discussion

The system was tested in terms of accuracy, real time time performance and stability over a variety of lightings, angles etc.

Accuracy:

- **CNN:** eye state detection 96.0% validation set
- **EAR combined with CNN logic** - fewer false positives
- **Yawning:** ~93 % precision with MAR thresholds
- **Head tilt:** Worthy of use during angles outside 15 degrees

Response Time:

- Voice Total Latency between Video Capture And Alert <100ms
- Dashboard refresh rate: 10 FPS (overall fine, does not need to be made in real-time)

Testing Five Method': using case testing:

The model was used to test 10 drowsiness pseudo-volunteers. Key outcomes:

- Correctly sensed closing of eyes even in glasses or in darkness
- Yawning detection performance frontal camera location
- The tilt of the head caused warnings in the simulated nodding

Strengths:

- No need of internet or cloud processing
- Runs in a real-time with audio visual warning
- Portable model which is applicable to edge devices

- Modular Open-source framework

Limitations:

- Extreme lighting (e.g. sunlight glare) may cause degradation of performance
- Side profiles prevents accuracy
- Glare type spectacles can disrupt EAR computation

Nevertheless, the system also turned out to be much more accurate than conventional sensorless systems and affordable enough to compare with the high-end driver monitor systems.

Conclusion and Future Work

This paper shows model of single-time monitoring of driver drowsiness depending on deep learning. It has high precision because of its combination of CNN models, landmark detection on the face, and its ability to monitor a person in real-time to monitor some of the best fatigue indicators such as eye closure, yawning, and head tilts. The low hardware load of the system, dashboard written in Flask, and flexibility of design mean it can scale to many vehicular applications. Its operation in diverse conditions demonstrates the possibility to become useful in terms of safety.

Key Contributions:

- CNN and geometric measures integration
- User friendly dashboard based real-time alerting system
- Inexpensive lightweight design to use every day

Future Enhancements:

- Include low-light driving infrared (or night-vision) support
- Include other markers: blink rhythm, pupil dilation, and integration of an EEG

And make cloud synchronization possible on a fleet-wide fatigue analytics basis

- Investigate a way of integrating with the automotive systems to automatically control a vehicle in the case of drowsiness detection
- Implement as a phone app or infotainment car system

Road safety is an issue all over the world and so this type of intelligent and real-time system is important in the prevention of fatigue induced accidents. Human-driven AI helps to create smarter, safer mobility, which is founded in this paper.

References

1. Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (Vol. 1, pp. I–511). IEEE. DOI: 10.1109/CVPR.2001.990517
2. Soukupová, T., & Čech, J. (2016). Real-time eye blink detection using facial landmarks. In 21st Computer Vision Winter Workshop, Rimske Toplice, Slovenia. Retrieved from https://vision.fe.uni-lj.si/cvww2016/proceedings/papers/05.pdf
3. Kazemi, V., & Sullivan, J. (2014). One millisecond face alignment with an ensemble of regression trees. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 1867–1874). DOI: 10.1109/CVPR.2014.241
4. King, D. E. (2009). Dlib-ml: A machine learning toolkit. Journal of Machine Learning Research, 10, 1755–1758. Retrieved from http://jmlr.org/papers/volume10/king09a/king09a.pdf
5. OpenCV Documentation. Open Source Computer Vision Library. Retrieved from https://docs.opencv.org
6. Chollet, F., et al. (2015). Keras: Deep learning library for Theano and TensorFlow. Retrieved from https://keras.io

PİYASADAKİ FARKLI TOP KEKLERİN DUYUSAL VE FİZİKSEL KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF THE SENSORY AND PHYSICAL QUALITY CHARACTERISTICS OF DIFFERENT COMMERCIAL CHOCOLATE CUPCAKES

Ziraat Mühendisi Ferya KIRAN

Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

ORCID NO: 0009-0008-1049-9833

Dr. Öğretim Üyesi Sultan ACUN

Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu

ORCID NO: 0000-0003-1954-6102

ÖZET

Bu çalışmada, Amasya'da faaliyet gösteren yerel işletmelerden en çok satılan 5 farklı kakaolu top kek örneği; (A1-A2-A3-A4-A5) fiziksel yapı, renk ve duyusal kalite açısından incelenmiştir. Fiziksel yapı değerlendirmesinde hacim indeksi, simetri indeksi, tekdüzelik indeksi, toplam hacim indeksi ve spesifik hacim parametreleri kullanılmıştır. Kakaolu top keklerde renk analizleri, keklerin dış ve iç yüzeylerinde L, a, b*, Chroma ve Hue açısı değerleriyle gerçekleştirilmiştir. Duyusal kalite ise görünüm, doku, lezzet ve genel beğeni kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kakaolu top kek örnekleri arasında fiziksel yapı, renk ve duyusal özellikler bakımından belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle A5 örneği, en yüksek hacim indeksi ve spesifik hacim değerlerine sahipken, A1 örneği bu parametrelerde en düşük değerleri göstermiştir. Kakaolu top keklerin renk farklılıklarının ise kakao miktarı, kalitesi ve pişirme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada top keklerden A1 örneği düşük spesifik hacim değerlerine sahip olmasına rağmen tüketiciler tarafından daha çok beğenilmiştir. A1 örneğinin, içeriğinde kullanılan hammaddelerin (yağ, şeker, kakao, aroma vericiler, katkı maddeleri vb.) lezzet, doku ve görünüm gibi duyusal özellikleri olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Çalışma, formülasyon bileşenleri ve üretim parametrelerinin ürün kalitesini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Sonuçlar, hem tüketici tercihlerinin anlaşılmasına hem de fırıncılık sektöründe ürün kalitesinin artırılmasına yönelik bilimsel katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kakaolu kek, Fiziksel yapı, Renk analizi, Top kek, duyusal analiz, tüketici beğenisi, kalite parametreleri.

ABSTRACT

In this study, five popular commercial chocolate cupcake samples (A1–A2–A3–A4–A5) obtained from local businesses in Amasya were evaluated in terms of physical structure, color, and sensory quality. Physical evaluation included measurements of volume index, symmetry index, uniformity index, total volume index, and specific volume. Color analysis was conducted

on both the outer and inner surfaces of the cupcakes using L*, a*, b*, Chroma, and Hue angle values. Sensory quality was assessed based on appearance, texture, flavor, and overall acceptability. The results revealed significant differences among the cupcake samples in terms of physical, color, and sensory attributes. Notably, sample A5 had the highest values for volume and specific volume, while sample A1 showed the lowest values for these parameters. The observed color differences were attributed to variations in cocoa content, quality, and baking conditions. Despite its low specific volume, sample A1 received the highest consumer preference scores. This was likely due to the favorable impact of ingredients such as fat, sugar, cocoa, flavorings, and additives on sensory properties like taste, texture, and appearance. The study demonstrates that formulation components and processing conditions directly influence product quality. The findings provide scientific insight into consumer preferences and may support quality improvement efforts in the bakery industry.

Keywords: Chocolate cake, Physical structure, Color analysis, Cupcake, Sensory evaluation, Consumer preference, Quality parameters.

GİRİŞ

Top kek, kolay hazırlanabilir yapısı, yumuşak ve süngerimsi dokusu, hoş aroması ve doyurucu özelliği sayesinde dünya genelinde yaygın olarak tüketilen atıştırmalık unlu mamullerden biridir (Hassan ve ark. 2020). Top kekler, meyveli, jöleli, krema dolgulu, kakaolu gibi birçok çeşidi üretilmektedir. Kakaolu top kekler, sahip oldukları tatlı ve yoğun aroma nedeniyle hem çocuklar hem de yetişkinler tarafından sıklıkla tercih edilen ürünler arasında yer almaktadır. Top kekler, içeriklerinde bulunan karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineral bileşenleri sayesinde yalnızca tatmin edici bir lezzet sunmakla kalmayıp aynı zamanda tüketicilerin günlük enerji ihtiyacına da karşılamaktadır. Geniş bir yaş aralığına hitap eden top kekler, 7'den 70'e her yaştan bireyin beğenerek tükettiği pratik ve taşınabilir gıda ürünleri arasında yer almaktadır (Acun ve Gül, 2021).

Gıda sektöründe yaşanan teknolojik gelişmeler, üretim süreçlerinin çeşitlenmesi ve tüketici talebindeki artışla birlikte piyasada birçok farklı markaya ait kakaolu top kek ürünleri yer almaya başlamıştır. Top keklerin; içerikleri, görünümleri, fiyat seviyeleri ve hedefledikleri tüketici profilleri bakımından önemli ölçüde çeşitlilik göstermektedir. Tüketiciler, top kekleri tercih ederken özellikle ürünün hacmi, yüzey şekli ve simetrisi, kabarma durumu, renk yoğunluğu, kakao aroması, iç dokusu ve genel lezzet profili gibi özelliklere dikkat etmektedir (Abdullah ve Ahmad, 2011; Stefanus ve Agustini, 2019). Top keklerdeki bu unsurlar, hem ürünün ilk izlenimini oluşturmakta hem de tüketim sırasında duyulan memnuniyet düzeyini doğrudan etkilemektedir. Top keklerin üretiminde fiziksel ve duyusal kalite parametrelerinin dengeli bir biçimde sağlanması, markaların pazardaki rekabet gücü açısından kritik öneme sahiptir. Farklı markalara ait kakaolu top keklerin üretim süreçleri incelendiğinde; kullanılan hammaddelerin türü ve kalitesi (örneğin un, kakao, yumurta, yağ, şeker ve katkı maddeleri), formülasyon oranları, aroma verici bileşenler, kabartıcı ajanlar ve pişirme koşulları gibi birçok faktörün ürün kalitesi üzerinde belirleyici rol oynadığı görülmektedir (Cauvain ve Young, 2006; Abdullah ve Ahmad, 2011). Top kek üretici firmaların kullandığı teknik ve teknolojiler, pişirme süresi ve sıcaklık parametreleri gibi üretim detayları; top kekin hacimsel gelişimi, şekil stabilitesi, simetri oranı, gibi fiziksel özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Top keklerdeki bu farklılıklar, ürünün tat, aroma, yapı ve genel duyusal özelliklerinde de önemli farklılıklara yol açmaktadır (Abdullah ve Ahmad, 2011; Dizlek, 2024).

Top keklerin, söz konusu üretim farkları ve kullanılan hammaddelerin kalitesi, ürünlerin piyasa fiyatlarına da yansımaktadır. Top keklerin aynı türdeki ürünleri arasında ciddi fiyat farklarının

olduğu; bazı ürünlerin daha ekonomik seçenekler sunarken, bazı markaların daha yüksek fiyatla satışa sunulduğu görülmektedir. Top keklerin bu fiyat farklarının, ürünlerin algılanan kalitesi üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir (Zenner ve Stanberry 1980; Judd, 2000). Yapılan gözlemler ve bazı çalışmalarda elde edilen veriler, daha yüksek fiyatlı gıdaların, tüketiciler tarafından tat, aroma ve genel beğeni açısından daha olumlu değerlendirildiğini göstermektedir (Judd, 2000; Li ve ark, 2024; Głuchowski ve ark. 2024). Top keklerdeki bu farkların, ürün fiyatının tüketici algısı üzerinde etkili olduğunu ve daha pahalı ürünlerin daha kaliteli olduğu izlenimi oluşturabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, piyasada yaygın olarak bulunan ve tüketici tarafından daha fazla tercih edilen farklı markalara ait beş kakaolu top kek ürününün, hem fiziksel kalite özellikleri (hacim, hacim indeksi, simetri indeksi, tekdüzelik, üst-alt büzülme, ağırlık ve renk analizi) hem de duyusal özellikleri (görünüm, doku, aroma, tat ve genel beğeni) açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu sayede hem tüketicilerin bilinçli ürün tercihi yapmasına katkı sağlanması hem de üretici firmalar için kalite geliştirme çalışmalarına bilimsel veri oluşturulması hedeflenmektedir.

MATERYAL- METOT

Materyal

Amasya ilinde faaliyet gösteren yerel işletmelerden, piyasada en çok tercih edilen beş farklı markalara ait kakaolu top kek temin edilmiştir. Analize alınacak numunelerin üretim tarihlerinin birbirine yakın olmasına ve farklı üretim partilerinden seçilmesine özen gösterilmiştir.

Metot

Fiziksel analizler

Bu çalışmada piyasadan temin edilen 5 farklı markaya ait kakaolu top keklerin fiziksel özellikleri, standart kek ölçüm şablonu kullanılarak değerlendirilmiştir (Giritlioğlu, 2017). Keklerin hacim ölçümleri, kuş yemi ile yer değiştirme yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (Acun ve Gül 2021).

Top keklerin yapısal özelliklerini değerlendirmek amacıyla fiziksel indeksler kullanılmıştır: hacim indeksi (HI), simetri indeksi (SI), tekdüzelik indeksi (TI), toplam hacim indeksi (THI) ve spesifik hacim hesaplamaları yapılmıştır (Giritlioğlu, 2017; Acun ve Gül 2021).

Hacim İndeksi (HI): Kekin üst ve yan yüzeylerinden alınan ölçümlere dayanarak hesaplanır. Bu indeks, kekin üç boyutlu hacimsel büyüklüğünü yansıtarak kabarma performansını değerlendirmede kullanılır ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Giritlioğlu, 2017; Acun ve Gül 2021).

Hacim indeksi = $BB^{'} + CC^{'} + DD^{'}$

Simetri İndeksi (SI): Kekin üst yüzeyinde meydana gelen bombe veya çökme durumlarını değerlendirir. SI, kekin şekil bozukluklarını belirlemede bir ölçüt olarak kullanılır ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Giritlioğlu, 2017).

Simetri indeksi = $2CC^{'} – BB^{'} – DD^{'}$

Tekdüzelik İndeksi (TI): Kekin yan profilden bakıldığında sağ ve sol taraflarının simetrisini ölçer. TI değerinin sıfıra yakın olması, kekin ideal yapısal simetriye sahip olduğunu gösterir ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Giritlioğlu, 2017; Ataman ve Gül, 2020).

Tekdüzelik indeksi = $BB – DD^{'}$

Toplam Hacim İndeksi (THI): fırında pişirme sonrası kekin ne kadar düzgün, dengeli ve hacimli olduğunu gösteren genel bir değerlendirme ölçütüdür. Top kekin yüksekliği, genişliği ve simetrisi gibi faktörlerin birleşimiyle hesaplanarak, ürünün genel hacimsel kalitesini ortaya koyar ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Giritlioğlu, 2017; Ataman ve Gül, 2020).

Toplam hacim indeksi = $AA' + BB + CC' + DD' + EE' + AE + A'E'$

Spesifik hacim (SI): Top kekler kolza tohumu ile yer değiştirme yöntemine göre ölçülmüştür. Top keklerin ağırlıkları hassas terazide tartılıp gramajları elde edildi ve kolza tohumun da keklerin yer değiştirmek miktarları ile hacimleri belirlenerek spesifik hacim (mL/g) hesaplanmıştır (Ataman ve Gül, 2020; Puljić ve ark, 2025).

Renk analizleri

Top kek örneklerinde renk analizi, keklerin hem dış hem de iç yüzeylerinde renk değerleri belirlemek için yapılmıştır. Top keklerde renk ölçümü PCA (USA) cihazı kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Renk ölçüm cihazı ile yapılan ölçümlerin ortalama değerleri alınmıştır. Top keklerde renk değerlendirmesi, üç temel renk parametresi ile belirlenmiştir. L*: parlaklık değerini gösterir (0 = siyah, 100 = beyaz), a*: pozitif değerler kırmızıyı, negatif değerler yeşili, b* ise: pozitif değerler sarıyı, negatif değerler maviyi ifade eder (Ataman ve Gül, 2020). Chroma değeri, rengin doygunluğunu veya canlılığını, Hue açısı ise rengin tonunu ifade eder (Acun ve ark., 2025). Top kekte bu ölçümler önemli fiziksel parametrelerdir.

Duyusal analizler

Top keklerin duyusal değerlendirmesi, Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı'nda öğrenim gören, 18–30 yaş aralığındaki öğrencilerden oluşan 10 kişilik bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sürecinde, kakaolu top kek örnekleri, tat, aroma, renk ve ağızda dağılma gibi duyusal özellikler bakımından 5 dereceli bir ölçekle puanlanmıştır (1: çok kötü – 5: çok iyi). Ayrıca, genel beğeniye dayalı olarak, panelistlere "satın alırım" ve "satın almam" seçeneklerini içeren bir satın alınabilirlik değerlendirme formu da uygulanmıştır.

Ayrıca, panelistlerin genel beğenilerini ölçmek amacıyla her örnek için "satın alırım" ve "satın almam" seçeneklerinden oluşan ikili bir satın alınabilirlik ölçeği uygulanmıştır. Duyusal analizler sırasında panelistlerin ürünlerin piyasa fiyatlarına ilişkin herhangi bir bilgiye sahip olmaması sağlanmıştır. Bu yöntemsel yaklaşım, fiyat bilgisine dayalı önyargıların önüne geçerek değerlendirmelerin yalnızca ürünlerin duyusal özelliklerine dayalı olarak yapılmasına imkân tanımıştır.

İstatiksel analizler

Top keklerin fiziksel ve duyusal analizlerine ilişkin veriler, SPSS paket programı (SPSS, Windows sürüm 26.0, SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar üzerinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış; istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan parametreler, Duncan çoklu karşılaştırma testi ile detaylı şekilde incelenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Top keklerde bazı fiziksel analizler

Beş farklı topkeklerin fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Fiziksel analizler kapsamında top kek hacim indeksi (HI), simetri indeksi (SI), tekdüzelik indeksi (TI), toplam hacim indeksi (THI) ve spesifik hacim (SH) gibi parametreler değerlendirilmiştir. Farklı top keklerin fiziksel analizinde kekler arasında istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo 1: Top keklerin bazı fiziksel özellikleri

ÖRNEK	Hacim indeksi	Simetri indeksi	Tekdüzelik indeksi	Toplam hacim indeksi	Spesifik hacim
A1	82.00±3.00a	3.50±1.50a	-0.50±1.50a	181.50±4.50d	1.07±0.00d
A2	91.00±0.00ab	5.00±0.00ab	0.33±1.15a	196.33±2.51c	1.41±0.07c
A3	95.00±1.00ab	3.00±1.00a	0.33±2.08a	222.33±2.51ab	1.61±0.43b
A4	90.00±3.60b	8.00±4.35a	-2.00±4.35a	215.66±5.50b	1.63±0.02b
A5	96.00±4.00a	5.00±2.00ab	1.00±3.46a	224.33±5.68a	1.81±0.07a

Top keklerin hacim indeksi değerleri 82.00±3.00 mL ile 96.00±4.00 mL arasında değişiklik göstermiştir. Top keklerin, en düşük değer A1 örneğinde, en yüksek değer ise A5 örneğinde tespit edilmiştir. Top keklerin spesifik hacim değerlerinde benzer değerler görülmüştür; A1 örneği 1.07±0.00 mL/g ile en düşük değeri gösterirken, A5 örneği 1.81±0.07 mL/g ile en yüksek spesifik hacmi sergilemiştir. Spesifik hacim, kekin yapısal karakteristikleri olan kabarıklık ve gözeneklilikle doğrudan ilişkilidir ve bu özellikler tüketici tercihleri açısından kritik rol oynamaktadır (Puljić ve ark., 2025). Sakač ve ark. (2025) çalışmasında belirtilen spesifik hacim referans aralığı, keklerin kabarıklığı ve gözenekliliği açısından 1.5-2.0 mL/g olarak tanımlanmıştır. Top keklerden A3, A4 ve A5 örnekleri bu kriteri karşılarken, A1 ve A2 örnekleri önerilen düzeyin altında kalmıştır. Top keklerden A1 ve A2 düşük spesifik hacme sahip olması daha yoğun ve gözeneksiz yapılar oluşturduğunu göstermektedir.

Top kek örneklerinin simetri indeksi değerleri arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Simetri indeksi en düşük değer A3 grubunda (3.00±1.00), en yüksek değer ise A4 örneğinde (8.00±4.35) ölçülmüştür. Tekdüzelik indeksi açısından A4 örneği negatif yönde (-2.00±4.35a) en düşük değeri alırken, A5 örneği pozitif yönde (1.00±3.46a) en yüksek değeri göstermiştir. Toplam hacim indeksi bakımından da örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmış (p<0.05), A1 örneği en düşük (181.50±4.50), A5 örneği ise en yüksek (224.33±5.68) THI değerini sunmuştur. Top keklerden A5 örneğinin genel yapısal bütünlük açısından en dengeli ve hacimli kek olduğunu göstermektedir.

Top keklerin hacim performansını; içerik oranları, üretim teknikleri ve pişirme süreci gibi pek çok unsur doğrudan etkilemektedir. Top kek üretiminde; yağ, şeker, kabartıcı düzeyi ve fırın parametreleri (sıcaklık ve süre), kekin kabarma potansiyelini belirleyen başlıca faktörlerdir (Richardson ve ark., 2018). Kakaolu top kek örneklerinden A5, yüksek hacim ve kabarıklık göstermesi, formülasyonunda kullanılan kabartıcının miktarının ideal düzeyde olduğunu ve fırınlama sürecinin teknik olarak iyi optimize edildiğine işaret etmektedir.

Araştırma bulgularına göre A5 örneği hem yüksek hacmi hem de üstün spesifik hacmiyle en başarılı top kek olarak değerlendirilmiştir. A1 örneği en düşük değerlere sahip ürün olarak belirlenmiştir. Bulgular sonucu, bileşen seçimi ve üretim sürecinin kalite üzerine belirleyici rol oynadığı düşünülmektedir.

Top keklerde renk analizleri

Top kek örneklerinin dış ve iç renk değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Top kek örneklerinde yapılan renk analizinde, iç ve dış renk ölçütlerinde belirgin farklılıklar saptanmıştır. Renk ölçüm cihazı kullanılarak; Renk analizinde; parlaklık (L*), kırmızılık-yeşillik (a*), sarılılık-mavilik (b*), ton açısı (H°) ve renk doygunluğu (C*) parametreleri ölçülmüştür.

Top keklerin dış L* değerleri 32.19 ile 39.47 arasında değişmiş; en koyu dış renk A3 örneğinde (32.19), en açık renk ise A4 örneğinde (39.47) gözlemlenmiştir. Dış a* değerleri 7.62 ile 13.46, b* değerleri ise 13.29 ile 19.21 arasında değişmiştir. Dış hue° (ton açısı) 54.96–60.40 aralığında; dış chroma* (renk doygunluğu) ise 15.32 ile 23.45 arasında ölçülmüştür.

İç renk analizinde ise L* değeri 34.27 ile 43.19 arasında değişmiş olup, en açık iç renk A2 örneğinde (43.19), en koyu ise A1 örneğinde (34.27) belirlenmiştir. İç a* değerleri 6.98–13.74 arasında, b* değerleri ise 13.89–21.49 aralığında değişiklik göstermiştir. İç renk Hue açısı (H°) 57.39 ile 64.38 arasında, chroma* değeri ise 15.62 ile 25.53 arasında ölçülmüştür.

Tablo 2: Top keklerin bazı renk özellikleri

Top kek		**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
Dış	L*	36.88±0.31a	36.44±1.91a	32.19±2.21b	39.47±0.49a	38.47±2.69a
	a*	7.62±0.47c	13.46±0.57a	11.50±1.62b	8.94±1.06c	11.80±0.05ab
	b*	13.29±0.13c	19.21±1.08a	17.02±1.07b	15.74±1.27b	17.19±0.91b
	Hue°	60.18±1.31a	54.96±1.11c	58.26±1.87ab	60.40±2.32a	55.51±1.50bc
	Croma	15.32±0.34c	23.45±1.14a	21.01±2.59a	18.13±1.48b	20.86±0.74a
İç	L*	34.27±0.73c	43.19±0.75a	38.73±1.19b	37.93±0.90b	42.87±0.75a
	a*	6.98±0.45d	13.74±1.34a	8.84±0.94bc	7.58±0.76cd	10.35±0.19b
	b*	13.89±1.31d	21.49±0.93a	15.78±0.81c	15.79±0.62c	18.92±0.57b
	Hue°	63.23±1.37ab	57.39±1.85c	60.76±2.15b	64.38±2.12a	61.29±0.58ab
	Croma	15.62±1.56d	25.53±1.44a	18.10±1.04c	17.53±0.75cd	21.57±0.56b

Top keklerin renk değerleri, bileşen kompozisyonu ve işleme parametrelerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Kakaolu top keklerin; kakao içeriği ve kalitesi, pişirme süresi ile sıcaklık ve Maillard reaksiyonları, ürünün renginin koyulaşmasında etkili olmuştur (Campos ve ark., 2025). L* değerinde gözlemlenen azalma rengin koyulaştığını, a* ve b* değerlerinde artış ise sırasıyla kırmızı ve sarı tonların yoğunlaştığını gösterir. A2 örneğinin dış ve iç renk ölçümlerinde gözlenen yüksek a* ve b* değerleri, formülasyonda kullanılan kakao tozunun pigment içeriği açısından farklılık gösterebileceğini veya pişirme sürecinin diğer örneklere kıyasla daha fazla renk dönüşümüne yol açmış olabileceğini göstermektedir.

Top keklerdeki renk analizleri ile duyusal değerlendirme bulguları karşılaştırıldığında; L* değeri yüksek olan A2 ve A5 örneklerinin tüketiciler tarafından daha çok beğenildiği saptanmıştır. A1 örneğinin düşük L* değerine rağmen yüksek duyusal puan alması, renk parlaklığının tüketici beğenisinde tek belirleyici unsur olmadığını göstermektedir. Bu durum tüketici tercihlerinin sadece görsel değil, aroma, tat ve doku gibi diğer duyusal özelliklerle de şekillendiğini ortaya koymaktadır.

a.

b.

c.

Şekil 1. Piyasadan temin edilen top keklerin dış ve iç görünümleri (Soldan sağa sırayla A1,A2, A3, A4, A5) (a: keklerin üstten görünüşü, b: keklerin yandan görünüşü, c: keklerin kesit görüntüleri)

Duyusal analiz

Top keklerin duyusal özellikleri Şekil 2'de verilmiştir. Top keklerin duyusal analizleri, Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı'ndan 18-30 yaş aralığındaki öğrenciler tarafından yapılmıştır. Farklı markalara ait kakaolu top kek örneklerinin duyusal özellikleri değerlendirilmiş ve örnekler arasında belirgin farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir.

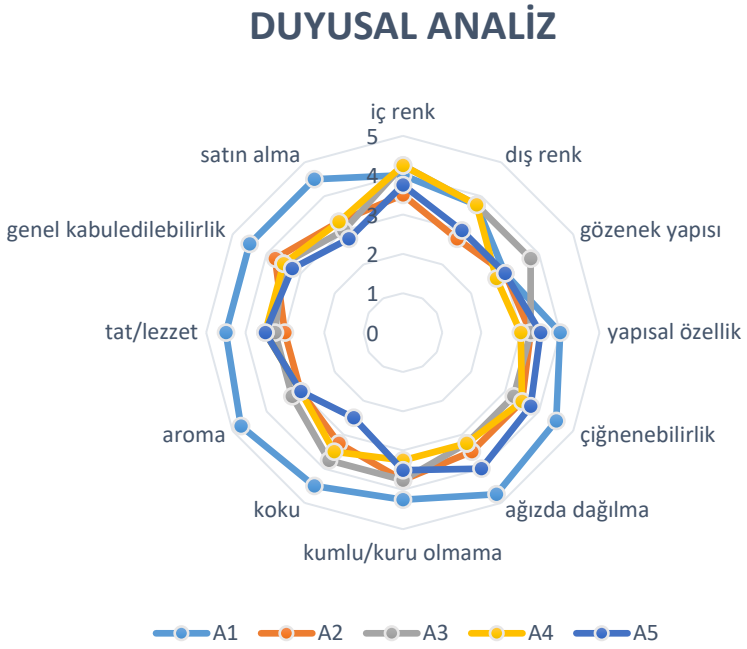
Duyusal analiz sonuçlarına göre A1 örneği; ağızda dağılma (4.75), aroma (4.75), çiğnenebilirlik (4.50), koku (4.50), tat/lezzet (4.50), genel kabul edilebilirlik (4.50) ve satın alma eğilimi (4.50) gibi tüm parametrelerde en yüksek puanları alarak en beğenilen kakaolu top kek olmuştur. A1 örneğinin tüketici beklentilerine hitap eden başarılı bir duyusal profile sahip olduğunu göstermektedir.

A2 örneği, genel kabul edilebilirlik ve kumlu/kuru olmama gibi parametrelerde 3.75 puan ile olumlu değerlendirilmiş olsa da dış renk açısından 2.75 puan ile en düşük değeri almıştır. A3 ve A4 örnekleri iç renk açısından yüksek puanlar (sırasıyla 4.25) alırken, gözenek yapısı bakımından sırasıyla 3.75 ve 2.75 puanlarla daha düşük düzeyde değerlendirilmişlerdir. A5 örneği ağızda dağılma açısından 4.00 puan ile beğenilmiştir, ancak A5 koku (2.50) ve satın alma eğilimi (2.75) parametrelerinde en düşük puana sahip olmuştur.

Keklerin duyusal kalitelerine; hammadde bileşenleri, üretim süreci, pişirme sıcaklığı ve süresi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Richardson ve ark. (2018), keklerdeki yağ ve şeker oranının, kakao tozunun miktarı ve kalitesinin yanı sıra pişirme koşullarının duyusal özellikler üzerinde doğrudan etkili olduğunu belirtmiştir. A1 örneğinin düşük spesifik hacim değerine rağmen yüksek duyusal puanlar alması, A1 kekinin formülasyonunda kullanılan yağ, şeker ve aroma bileşenlerinin ürünün lezzet, aroma ve ağızda dağılma gibi niteliklerini olumlu yönde etkilediğini düşündürmektedir.

Puljić ve ark. (2025) ise fırınlanmış ürünlerde duyusal kalitenin; spesifik hacim, nem oranı ve tekstürel özellikler gibi fiziksel ve kimyasal parametrelerle yakından ilişkili olduğunu belirtmiştir. Top keklerin yalnızca fiziksel yapılarıyla değil, aynı zamanda duyusal bileşenlerle de değerlendirilmesi gereklidir. Spesifik hacim yönünden en yüksek değeri sunan A5 örneğinin, koku ve satın alma eğilimi bakımından en düşük puanları alması; fiziksel parametrelerin tüketici tercihi üzerinde tek başına belirleyici olmadığını ortaya konulmuştur.

Farklı markalara ait kakaolu top keklerin duyusal farklılıkların gözlenmesi, hedef tüketici tercihlerine yönelik stratejik yaklaşımların etkisini ortaya koymaktadır. Duyusal analiz sonucunda, her markanın kendine özgü üretim tarzının duyusal algı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Farklı top kek örneklerine (A1–A5) ait duyusal değerlendirme sonuçlarını gösteren radar grafik.

Fiyat-Kalite İlişkisinin Değerlendirilmesi

Piyasa fiyatları açısından değerlendirildiğinde, A1 örneğinin 12 TL ile en yüksek fiyatlı ürün olduğu; A2'nin 8 TL, A3, A4 ve A5 örneklerinin ise 5 TL ile daha düşük fiyat segmentinde yer aldığı belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, A1 örneği genel beğeni, tat, aroma, doku ve ağızda dağılma gibi parametrelerde en yüksek puanları almış ve panelistlerce en çok tercih edilen ürün olmuştur. A1'in hem yüksek fiyatlı hem de yüksek duyusal kaliteye sahip olması, ürünün formülasyonundaki bileşenlerin (örneğin yağ, şeker, aroma vericiler) lezzet ve dokusal kalite üzerinde olumlu etkiler yarattığını düşündürmektedir.

Buna karşılık, A5 örneği fiziksel analizler bakımından en yüksek spesifik hacim (1.81 mL/g) değerine sahip olmasına rağmen, duyusal değerlendirme sonuçlarında en düşük genel beğeni puanını (2.75) almıştır. Bu durum, fiziksel kalite parametrelerinin, duyusal kabul açısından her zaman belirleyici olmadığını göstermektedir.

Panelistlerin fiyat bilgisinden bağımsız olarak gerçekleştirdikleri duyusal değerlendirme, fiyat ve algılanan kalite arasındaki ilişkinin tüketici düzeyinde her zaman örtüşmediğini ortaya koymaktadır. Ürün fiyatlarının, panelistlerin duyusal algılarına etkisi olmadığından, elde edilen

sonuçlar doğrudan ürünün içerik, formülasyon ve işleme koşullarına bağlı duyusal nitelikleri yansıtmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, fiyat düzeyi ile duyusal kalite arasında doğrusal bir ilişki olmadığını; tüketici beğenisinin, ürünün duyusal bileşenleriyle (tat, aroma, doku vb.) daha güçlü bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Bu durum, gıda ürünlerinin geliştirilmesinde, maliyet optimizasyonunun yanı sıra duyusal kaliteye odaklanan formülasyon stratejilerinin önemini vurgulamaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, farklı markalara ait beş kakaolu top kek örneği; fiziksel, renk ve duyusal özellikler açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, top keklerin kalitesinin formülasyon bileşenleri, üretim teknikleri ve pişirme parametrelerine bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Fiziksel analizlerde, A5 örneği hem hacim hem de spesifik hacim bakımından en yüksek değerlere ulaşarak yapısal olarak en üstün ürün olarak öne çıkmıştır. Kakaolu top keklerden A1 örneği en düşük hacim parametrelerine sahip olmasına rağmen, duyusal analiz ölçümlerinde en yüksek puanları almış ve tüketici beğenisini en çok kazanan ürün olmuştur.

Top keklerde yapılan renk analizleri, ürün bileşimi ve işleme koşullarının top keklerin iç ve dış yüzey renklerinde belirgin farklılıklara yol açtığını göstermiştir. Top keklerin kakao içeriği, pişirme süresi ve sıcaklık gibi faktörlerin Maillard reaksiyonlarını etkileyerek nihai ürün rengini değiştirdiği belirlenmiştir. A2 örneğinin yüksek a* ve b* değerleri, formülasyon ve pişirme parametrelerine bağlı olarak renk dönüşümünün daha koyu olduğunu düşündürmektedir.

Top keklerin duyusal değerlendirme sonuçları, tüketici tercihlerinin yalnızca fiziksel özelliklere değil, aroma, lezzet, doku ve koku gibi duyusal parametrelere de güçlü şekilde bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Spesifik hacmi yüksek olan A5 örneği, koku ve satın alma eğilimi açısından düşük puanlar almıştır. A5 örneğinin fiziksel kalite ile duyusal kabul arasında her zaman doğrusal bir ilişki olmadığını göstermiştir.

Top keklerin kalitesinin artırılmasında sadece fiziksel nitelikler yeterli değildir. Top keklerin üretiminde tüketici beklentilerini karşılayan duyusal özelliklerin de dikkate alındığı dengeli bir yaklaşım gerektirir. Bu nedenle, iyi bir ürün geliştirmek için kullanılan malzemelerin ve üretim sürecinin dikkatli şekilde belirlenmesi büyük önem taşır.

KAYNAKÇA

Abdullah, L. A. Z. I. M., & Ahmad, N. (2011). Chocolate cakes preference using ranking fuzzy numbers. Journal of Quality Measurement and Analysis, 7, 65-73.

Acun, S., & Gül, H. (2021). Mikroenkapsüle çam propolisinin top kek üretiminde kullanılması. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(2), 1205-1217.

Acun, S., Gül, H., & Seyrekoğlu, F. (2025). Comprehensive analysis of physical, chemical, and phenolic acid properties of powders derived from watermelon (Crimson Sweet) by-products. *Journal of Food Science, 90*(3), e70092.

Ataman. Ç. Gül. H. (2020). Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi. Black Sea Journal of Agriculture. 3(4). 308-316.

Campos, S. D. M., Martínez-Burgos, W. J., dos Reis, G. A., Ocán-Torres, D. Y., dos Santos Costa, G., Rosas Vega, F., ... & Soccol, C. R. (2025). The Role of Microbial Dynamics,

Sensorial Compounds, and Producing Regions in Cocoa Fermentation. Microbiology Research, 16(4), 75.

Cauvain, S. P., & Young, L. S. (2006). The Chorleywood bread process. Woodhead Publishing.

Dizlek, H. (2024). Kek Üretiminde Dikkat Edilmesi Gereken En Önemli Etmen Olarak Formül Dengesi. Electronic Letters on Science and Engineering, 20(1), 37-50.

Hassan, E. M., Fahmy, H. A., Magdy, S., & Hassan, M. I. (2020). Physicochemical and sensorial characterization of gluten-free cupcakes. Egyptian Journal of Nutrition, 35(1), 33-64.

Giritlioğlu E. 2017. Kinoa Chenopodium quinoa willd. ve şeker otu Stevia rebaudiana bertoni kullanılarak yeni bisküvi ve kek formülleri geliştirme üzerine bir araştırma. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi Osmaniye. Türkiye 97 s.

Głuchowski, A., Koteluk, K., & Czarniecka-Skubina, E. (2024). Effect of shape, size, and color of the food plate on consumer perception of energy value, portion size, attractiveness, and expected price of dessert. Foods, 13(13), 2063.

Judd, V. C. (2000). The price-quality relationship: An empirical study of food products. Journal of food products marketing, 6(1), 11-24.

Li, X., Wang, S., Ruan, Y., Pan, Y., & Huang, Y. (2024). Taste or health: The impact of packaging cues on consumer decision-making in healthy foods. Appetite, 203, 107636.

Puljić, L., Banožić, M., Kajić, N., Vasilj, V., Habschied, K., & Mastanjević, K. (2025). Advancements in Research on Alternative Protein Sources and Their Application in Food Products: A Systematic Review. *Processes*, *13*(1), 108.

Richardson, A. M., Tyuftin, A. A., Kilcawley, K. N., Gallagher, E., O'Sullivan, M. G., & Kerry, J. P. (2018). The impact of sugar particle size manipulation on the physical and sensory properties of chocolate brownies. Lwt, 95, 51-57.

Sakač, M., Marić, A., Đermanović, B., Tomić, D., Dragojlović, D., Šarić, B., & Jovanov, P. (2025). Characterisation of fibre-rich ingredients obtained from defatted cold-pressed rapeseed cake after protein extraction. LWT, 222, 117671.

Stefanus, J., & Agustini, M. Y. D. H. (2019). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Pembelian Konsumen di Virgin Cake & Bakery Tlogosari Semarang. JEMAP: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi Dan Perpajakan, 2(2).

Zenner, S. F., & Stanberry, D. C. (1980). U.S. Patent No. 4,233,330. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

TOPRAKSIZ TARIMDA ALTERNATİF YETİŞTİRME ORTAMI OLARAK FARKLI TANE BÜYÜKLÜĞÜNDEKİ POMZANIN HIYAR (*Cucumis sativus* L.) BİTKİSİNİN BÜYÜME, VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

EFFECTS OF PUMICE WITH DIFFERENT PARTICLE SIZES AS AN ALTERNATIVE GROWING MEDIUM IN SOILLESS AGRICULTURE ON THE GROWTH, YIELD, AND QUALITY CHARACTERISTICS OF CUCUMBER (*Cucumis sativus* L.)

Öğr. Gör. Ramazan GÜNGÖR

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kırşehir

Dr. Öğr. Üyesi Alim AYDIN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

Doç. Dr. Hakan BAŞAK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

Arş. Gör. Cihad Said Alp

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

ÖZET

Bu çalışmada, farklı yetiştirme ortamlarının (cocopeat, perlit ve üç farklı tane boyutuna sahip pomza) hıyar (*Cucumis sativus L.*) bitkisinin büyüme, verim ve kalite özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, yetiştirme ortamlarının morfolojik ve fizyolojik parametrelerde anlamlı farklılıklar o0luşturduğunu göstermiştir. Cocopeat ortamı, gövde çapı, gövde taze ağırlığı ve kök taze ağırlığı bakımından en yüksek değerlere ulaşarak vejetatif gelişimi en fazla destekleyen ortam olmuştur. Pomza küçük tane boyutu, meyve boyu, meyve çapı, ortalama meyve ağırlığı ve bitki başına verim açısından öne çıkmıştır. Perlit ortamı ise meyve eti sertliği ve meyve suyu EC değeri bakımından en yüksek sonuçları vermiştir. Meyve suyu pH ve suda çözünür kuru madde (SÇKM) içerikleri ise büyük taneli pomza ortamında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Sonuçlar, yetiştirme ortamlarının yalnızca bitki gelişimini değil, aynı zamanda ürün kalitesini de etkilediğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, üretim amacı doğrultusunda uygun ortamın seçilmesinin hem verim hem de pazarlanabilir kaliteyi artırmada kritik rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca pomzanın tane boyutuna göre farklı etkiler göstermesi, yerli ve sürdürülebilir alternatif ortam olarak kullanım potansiyelini güçlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Topraksız tarım; Pomza tane büyüklüğü, Hıyar kalite ve verimi

ABSTRACT

In this study, the effects of different growing media (cocopeat, perlite, and pumice with three different particle sizes) on the growth, yield, and quality characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) were evaluated. The findings revealed that the growing media caused significant differences in morphological and physiological parameters. The cocopeat medium provided the highest values for stem diameter, stem fresh weight, and root fresh weight, making it the most supportive medium for vegetative growth. Small-sized pumice stood out in terms of fruit length, fruit diameter, average fruit weight, and yield per plant. The perlite medium yielded the highest results for fruit flesh firmness and fruit juice EC value. The highest levels of fruit juice pH and soluble solid content (SSC) were recorded in the large-sized pumice medium. The results demonstrated that growing media influence not only plant growth but also fruit quality. In this context, selecting the appropriate medium based on the production objective plays a critical role in improving both yield and marketable quality. Moreover, the different effects observed depending on pumice particle size strengthen its potential as a domestic and sustainable alternative growing medium.

Key Words: Soilless culture; Pumice particle size; Cucumber quality and yield

GİRİŞ

Günümüzde artan kentleşmeden dolayı azalan ekilebilir araziler, toprak kaynakların giderek azalması, toprak kökenli hastalıkların yaygınlaşması iklim değişikliğine bağlı üretim zorlukları, tarımsal üreticiler üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için en umut verici yaklaşımlardan biri, olan artan üretimi birleştirmeye çalışan sürdürülebilir, modern ve örtü altı yetiştiriciliğinde daha fazla tercih edilen topraksız tarımdır (Raviv, 2015; Gruda, 2019). Ayrıca Dünyadaki yetersiz tarım alanı ve iklim faktörleri nedeniyle, dünya çapında topraksız tarımda artış eğilimi gözlemlenmektedir (Pardossi vd., 2011). Topraksız tarım bitki yaşamı için gerekli su ve besin maddelerinin gerekli miktarlarda kök ortamına verilmesini sağlayan, organik veya inorganik olan yetiştirme ortamları içinde yetiştirilir (Kadioğlu, 2023). Ancak günümüzde yaygın olarak kullanılan yetiştirme ortamları olan cocopeat, perlit ve rockwool büyük ölçüde ithal edilmekte ve üreticiye yüksek maliyetler yüklemektedir (Atzori vd., 2021; Ceglie vd., 2015). Cocopeat gibi ithal materyallerin dövize endeksli fiyat yapısı, üretici için ekonomik sürdürülebilirliği zorlaştırırken, sentetik yapılı rockwool gibi ürünler çevresel atık sorunlarına da yol açmaktadır (Gruda, 2012). Torf ise organik içerikli bir ortam olmasına rağmen, sulak alanlardan elde edilmesi nedeniyle ekosistem tahribatı ve karbon salımı gibi ciddi çevresel sorunlara neden olmaktadır (Atzori vd., 2021). Tüm bu nedenlerle, yerli kaynaklara dayalı, çevresel etkileri düşük ve ekonomik olarak erişilebilir alternatif yetiştirme ortamlarının belirlenmesi hem tarımsal sürdürülebilirlik hem de dışa bağımlılığın azaltılması açısından stratejik önem taşımaktadır (Ceglie vd., 2015; Gruda, 2019).

Bu noktada, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde doğal olarak bulunan pomza taşı, önemli bir potansiyel sunmaktadır. Volkanik kökenli, hafif ve gözenekli yapısı sayesinde pomza, su tutma kapasitesi yüksek, havalanmayı destekleyen ve kimyasal olarak inert bir materyaldir (Balıkçı vd., 2021). Bu özellikleri ile topraksız tarımda yetiştirme ortamı olarak kullanımına uygundur. Potansiyelinin ithal ortamlara göre daha uzun ömürlü kullanım imkânı sunması, geri dönüşüm potansiyelinin yüksek olması ve üretim öncesinde yüksek enerji gerektirmemesi gibi avantajlarıyla da öne çıkmaktadır. Ancak, pomzanın tane boyutuna göre sınıflandırılarak yetiştirme ortamı olarak kullanımı üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Oysaki partikül büyüklüğü, ortamın su tutma, drenaj ve havalanma özelliklerini doğrudan etkileyerek bitki gelişimi ve verimi üzerinde önemli rol oynamaktadır (Gizas ve Savvas 2007). Bu nedenle, farklı

dane boyutlarına sahip pomzaların bitki gelişimine etkisinin araştırılması hem bilimsel hem de pratik açıdan önemli bir bilgi boşluğunu dolduracaktır.

Çalışmanın amacı Kapadokya bölgesinden temin edilen pomza taşının farklı tane boyutlarında sınıflandırılarak hıyar (*Cucumis sativus* L.) yetiştiriciliğinde kullanılmasını, pomzanın performansını yaygın kullanılan cocopeat ve perlit ile karşılaştırmayı ve en uygun tane boyutunu belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, ülkemizde ekonomik, yerli ve sürdürülebilir topraksız tarım uygulamalarına katkı sağlaması beklenmektedir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak topraksız tarıma uygun hibrit hıyar çeşidi Emirstar F1 kullanılmıştır.

Metot

Deneme, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nin tam otomasyonlu venlo tipi cam Ar-Ge serasında 2025 yılında Şubat-Temmuz ayları arasında yürütülmüştür. Tohum ekimi, 3:1 oranında torf:perlit karışımıyla doldurulmuş 128'lik viyollere yapılmıştır. Her yetiştirme ortamı için fideler 16 lt'lik 3 adet saksıya ve her saksıda 3 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Bitkilere gübreleme ve iklimlendirme işlemleri (bitkinin büyüme dönemine ve sera sıcaklığına bağlı olarak su ve gübre miktarı ayarlandı) otomasyon sistemiyle gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme ortamları Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı yetiştirme ortamları ve pomza ortamının boyutları

Yetiştirme Ortamı
Perlit
Cocopeat
Küçük tane boyutlu pomza 2.36 – 4.75 mm
Orta tane boyutlu pomza 4.75 – 9.5 mm
Büyük tane boyutlu pomza> 9.5 mm

Denemede yapılan ölçümler

Hasattan sonra kök ve bitki yaş ağırlığı (g/bitki) 0.01 hassasiyetindeki dijital terazi ile belirlenmiştir. Bitki gövde çapı ise kumpas (mm) ile belirlenmiştir. Gövde boyu metre (cm) ile belirlenmiştir. Meyve boyu ve çapı çetvel (cm) ile ölçülmüştür. Ortalama meyve ağırlığı ve bitki başına verim 0.01 (g) hassasiyetindeki dijital terazi ile ölçülmüştür. Meyve eti sertliği PCEPTR 200 penotrometre cihazı ile ölçülmüştür. Hıyar meyvelerinden elde edilen suyun elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri, masaüstü Peak marka EC ve pH ölçer cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Suda çözünmüş katı madde miktarı (SÇKM) ölçümü Hanna HI96801 model dijital refraktometre ile yapılmıştır.

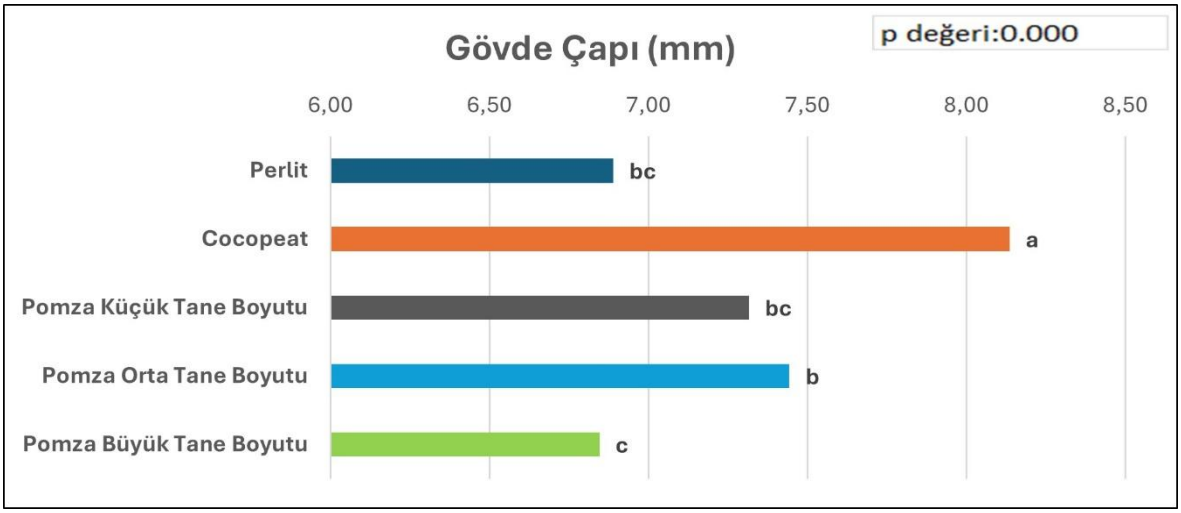
İstatistik analiz

Katı ortam çalışmasından elde edilen veriler, %5 anlamlılık düzeyinde Minitab Statistical Software 22 (United Kingdom) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR

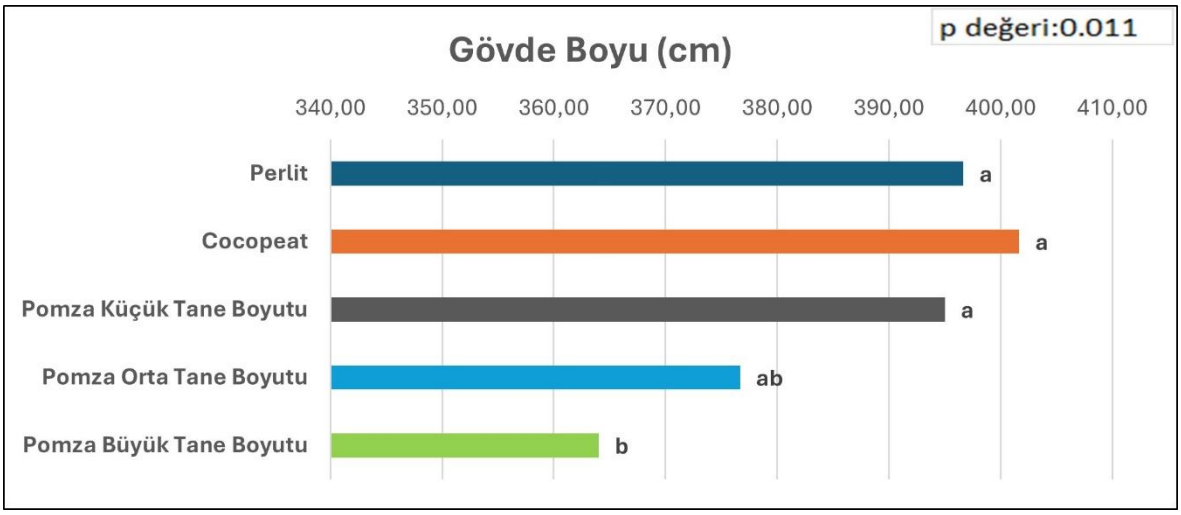
Topraksız tarımda alternatif yetiştirme ortamı olarak farklı tane büyüklüğündeki pomzanın hıyar (*Cucumis sativus* l.) bitkisinin büyüme, verim ve kalite özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İncelenen parametreler sonucunda Şekil 1' sonuçlarına göre en yüksek gövde

çapı cocopeat ortamında yetiştirilen bitkilerde belirlenirken, en düşük ise tane boyutu büyük pomza ortamında yetiştirilen bitkilerde belirlenmiştir.



Şekil 1. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda gövde çapı üzerine etkisi

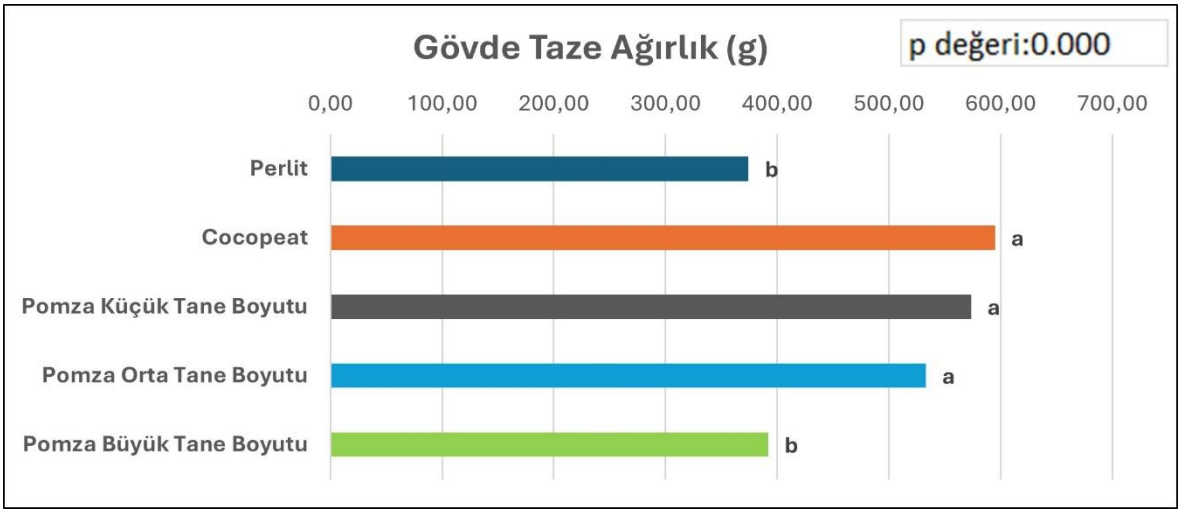
Farklı yetiştirme ortamlarının bitkilerde gövde boyu üzerine etkisi incelendiğinde en uzun bitkiler sırasıyla cocopeat, perlit ve tane boyutu küçük olan pomza ortamlarında yetiştirilen bitkilerde elde edilirken, en düşük ise tane boyutu büyük olan pomza ortamında yetiştirilen bitkilerde elde edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda gövde boyu üzerine etkisi

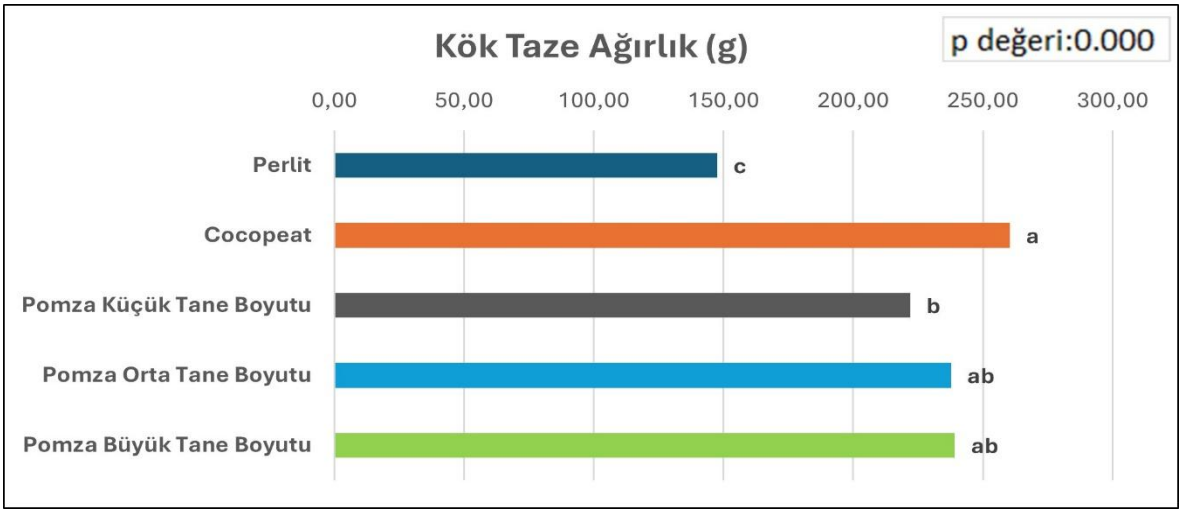
Farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde en yüksek gövde taze ağırlığı cocopeat ortamında yetiştirilen bitkilerde elde edilmiş olup, bunu sırasıyla tane boyutu küçük ve orta pomza

ortamları takip etmiştir. En düşük ise perlit ve tane boyutu büyük olan pomza yetiştirme ortamında ölçülmüştür (Şekil 3).



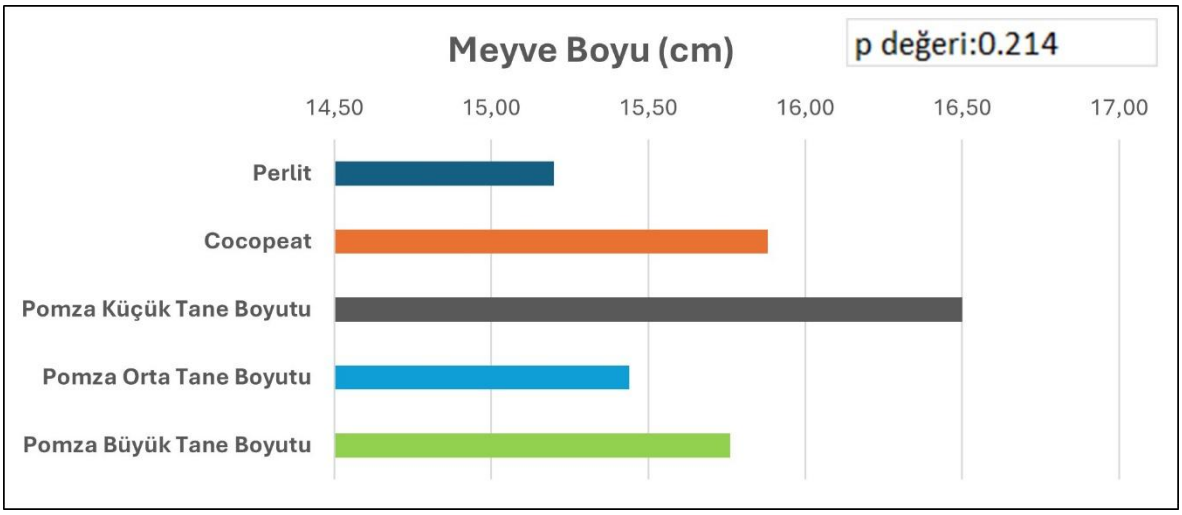
Şekil 3. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda gövde taze ağırlık üzerine etkisi

Farklı yetiştirme ortamlarının kök taze ağırlık üzerine etkisi $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunurken, en yüksek kök taze ağırlık cocopeat ortamından yetiştirilen bitkilerde ölçülürken, bunu sırasıyla tane boyutu orta ve büyük olan pomza ortamında yetiştirilen bitkiler takip ederken, en düşük ise perlit ortamında yetiştirilen bitkilerde ölçülmüştür (Şekil 4).



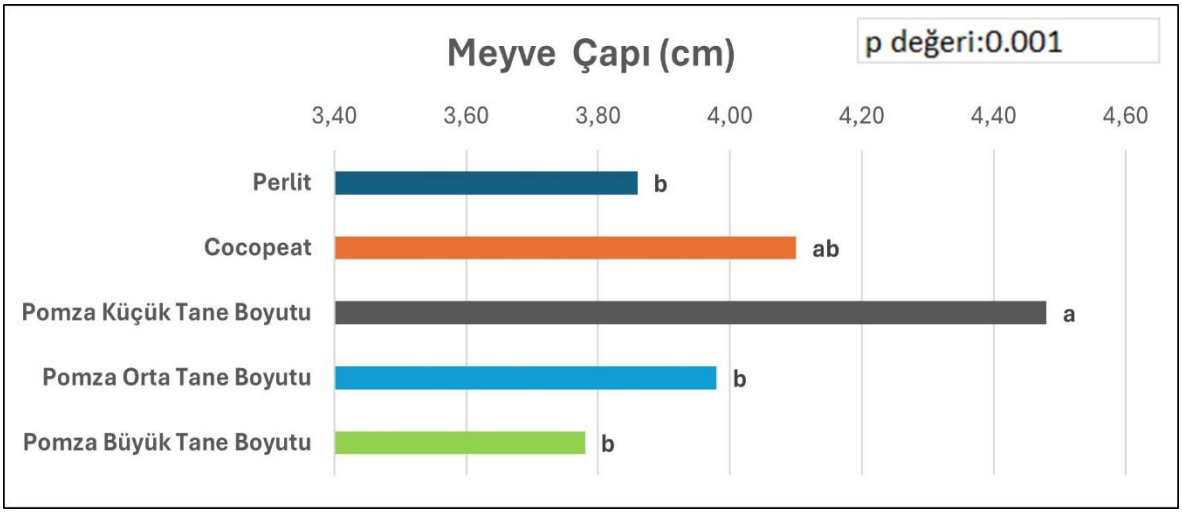
Şekil 4. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda kök taze ağırlık üzerine etkisi

Farklı yetiştirme ortamlarının meyve boyu üzerine etkisi p>0.05 düzeyinde olduğu için ortamlar arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir (Şekil 5). Meyve boyu genel olarak tüm yetiştirme ortamlarında 15 cm ile 16.50 cm arasında değişmektedir.



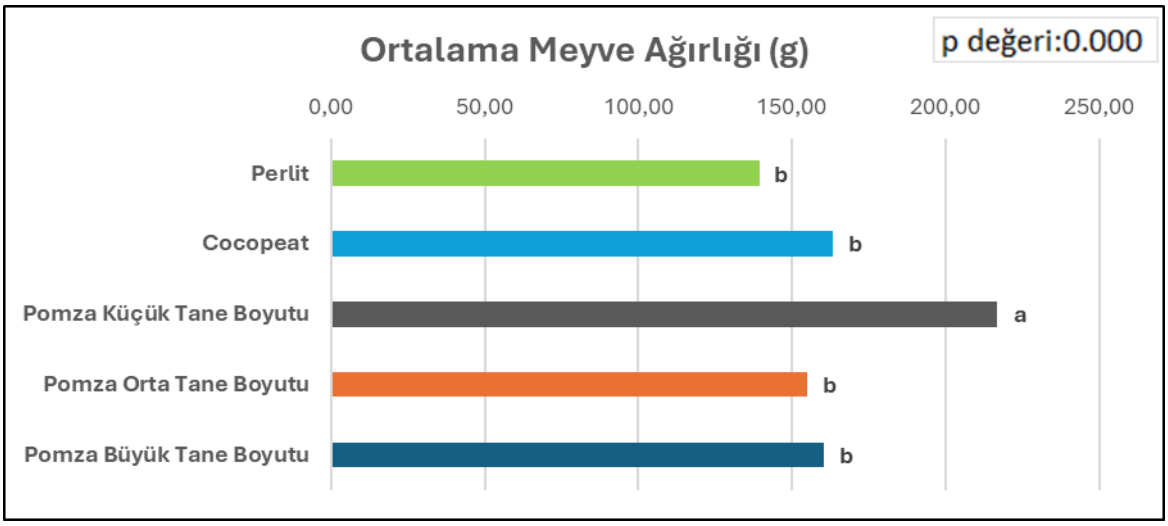
Şekil 5. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda meyve boyu üzerine etkisi

Farklı yetiştirme ortamlarda yetiştirilen bitkilerde en yüksek meyve çapı tane boyutu küçük pomza ortamında yetiştirilen bitkilerde ölçülürken, en düşük ise tane boyutu büyük, orta ve perlit ortamında yetiştirilen bitkilerde ölçülmüştür (Şekil 6).



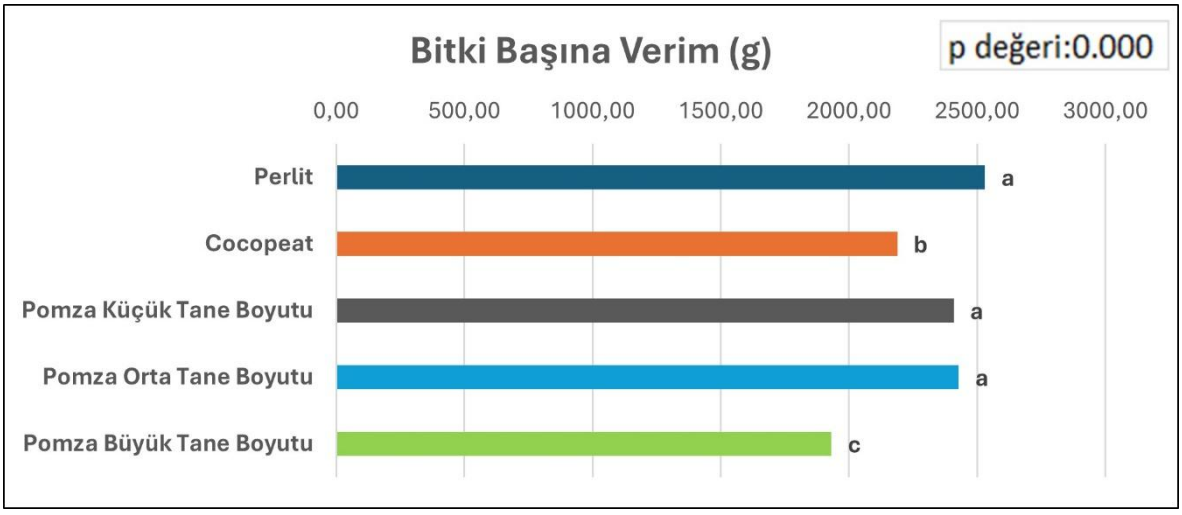
Şekil 6. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda meyve çapı üzerine etkisi

Şekil 7'deki verile göre ortalama meyve ağılığı incelendiğinde en yüksek tane boyutu küçük pomza ortamında yetiştirilen bitkilerde ölçülmüştür. Diğer ortamların birbirleri arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir.



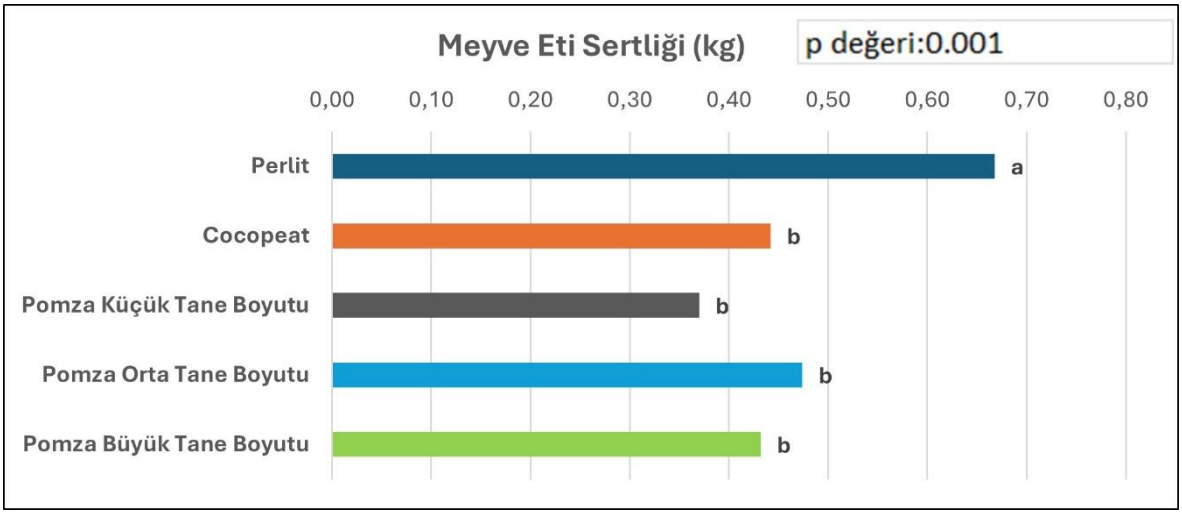
Şekil 7. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi

Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda bitki başına verim üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değerler sırasıyla perlit, tane boyutu orta ve küçük pomza ortamlarında ölçülürken, en düşük ise tane boyutu büyük pomza ortamında ölçülmüştür (Şekil 8).



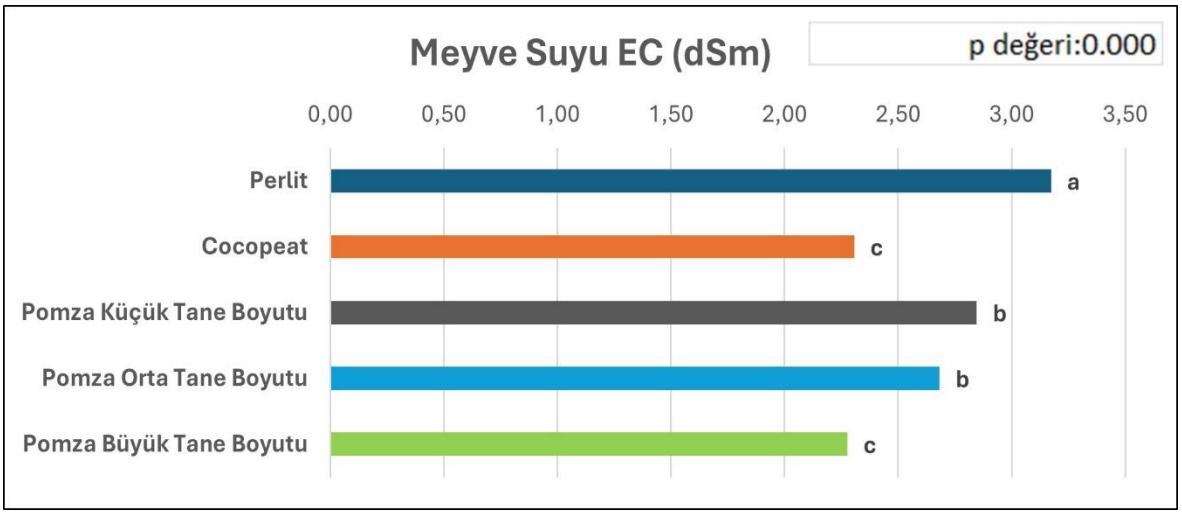
Şekil 8. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda bitki başına verim üzerine etkisi

Şekil 9'daki grafik verilerine göre meyve eti sertliği bakımından incelendiğinde ise en yüksek değer perlit ortamında yetiştirilen bitkilerde belirlenmiştir. Diğer ortamlar arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir.



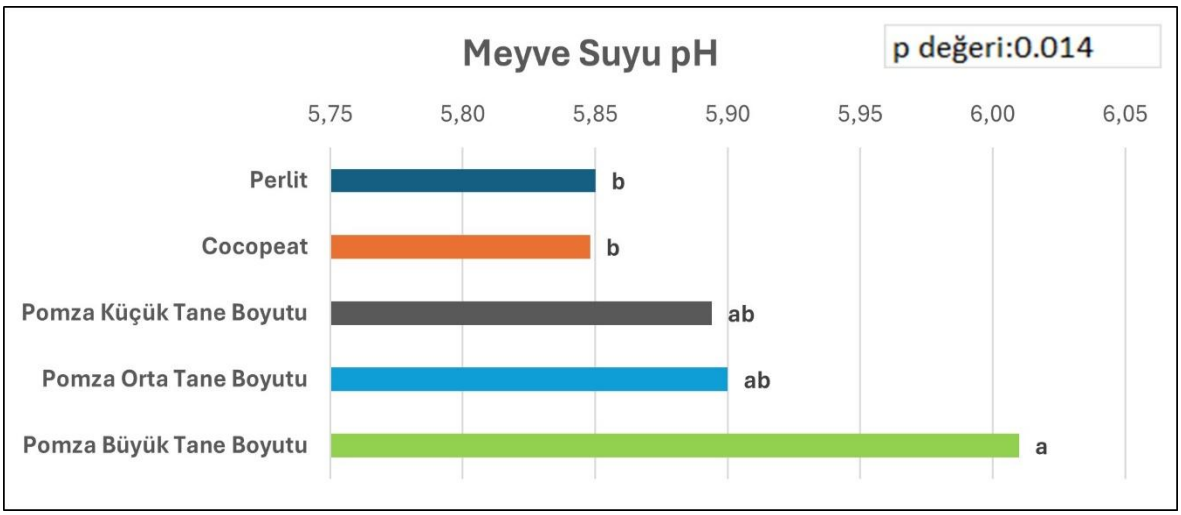
Şekil 9. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda meyve eti sertliği üzerine etkisi

Şekil 10'da verilen meyve suyu EC değerlerine göre, farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen hıyar bitkilerinden elde edilen en yüksek meyve suyu EC değeri perlit ortamında tespit edilirken, en düşük EC değerleri ise sırasıyla büyük taneli pomza ve cocopeat ortamlarında yetiştirilen bitkilerde tespit edilmiştir.



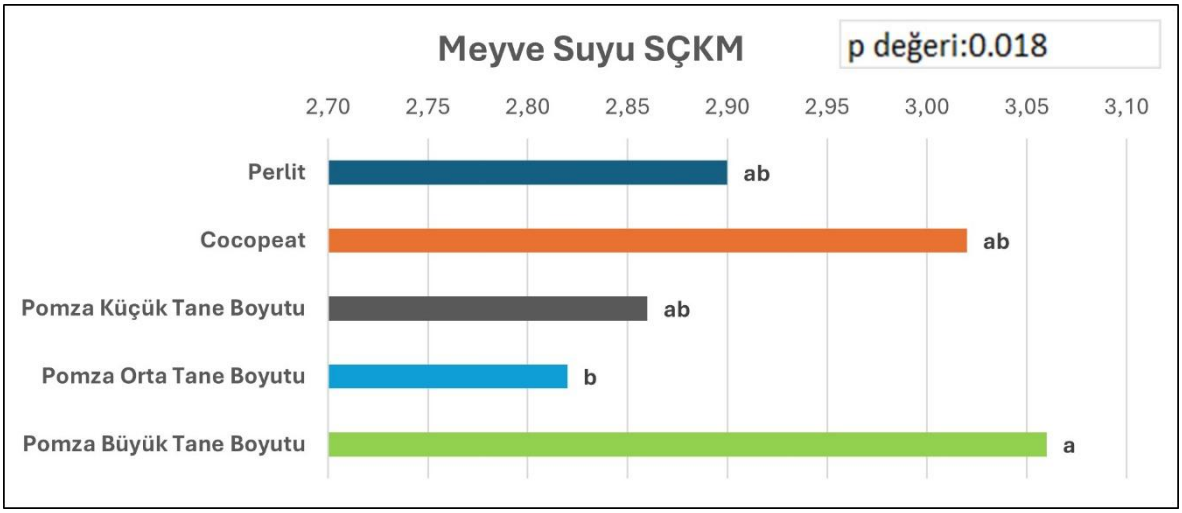
Şekil 10. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda meyve suyu EC'si üzerine etkisi

Şekil 11'dekiverilere göre hıyar bitkilerinden elde edilen meyve suyunda en yüksek pH değeri büyük taneli pomza ortamında yetiştirilen bitkilerde belirlenirken, en düşük pH değerleri ise sırasıyla cocopeat ve perlit ortamlarında elde edilmiştir.



Şekil 11. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda meyve suyu pH'sı üzerine etkisi

Meyve suyu SÇKM değer en yüksek değer pomza büyük tane boyutu ortamında yetiştirilen bitkilerde belirlenirken, en düşük ise tane boyutu orta pomza yetiştirme ortamında belirlenmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda suda çözünür kuru madde (SÇKM) içeriği üzerine etkisi

TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı yetiştirme ortamlarının (cocopeat, perlit ve pomzanın küçük, orta ve büyük tane boyutları) hıyar bitkisinin büyüme, verim ve kalite özelliklerine etkisi değerlendirilmiştir. Bulgular, yetiştirme ortamlarının bitki gelişimi üzerinde önemli etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Bizim sonuçlarımıza benzer olarak, farklı yetiştirme ortamlarının su tutma kapasitesine bağlı olarak hıyar bitkisinin büyüme performansı ve verimliliğini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir (Owoade vd.,2024). Bununla birlikte, perlit ortamı, meyve eti sertliği ve meyve suyu EC değeri açısından en yüksek değerlere ulaşmıştır. Perlitin yüksek porozitesinden dolayı yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Bunun sonucu olarak perlit ortamının drenaj seviyesi çalışmada kullanılan ortamlara göre daha az olduğundan bitki kök bölgesinde tuz birikimi fazla olmuş olabilir. Bu kök bölgesindeki tuz birikimi dolaylı olarak

bitkide su stresine yol açmış ve bunun sonucunda meyvelerin su içeriği daha az olmuş olabilir. Meyvedeki su içeriğinin az olması, sertliği artırıyor olabilir. Sonuçlarımızda meyve suyu EC değeri en yüksek perlit ortamındaki meyvelerde elde edilmiş, en düşük ise drenaj miktarı yüksek olan büyük tane boyutlu pomza ve cocopeat ortamlarında elde edilmiştir, bu da bu hipotezimizi doğruluyor. Bu bulgular, ortamın fiziksel özelliklerine ve ortamdaki kolay kullanılabilir su içeriği ile ilgili olduğu söylenebilir (Olle vd., 2012). Pomza küçük tane boyutlu ortam ise meyve çapı, boyu ve ortalama meyve ağırlığında en yüksek değerleri vermiştir. Küçük tane boyutu, kök-zona etrafında daha dengeli nem ve besin madde dağılımı sağlayarak, meyve gelişimini olumlu yönde etkilemiştir. Bu bulgular, pomza'nın sadece geleneksel drenaj katkısı olmanın ötesinde, tane boyutuna göre seçildiğinde aktif bir yetiştirme ortamı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca pomzanın tane boyutu, drenajı ve su tutma kapasitesi gibi özellikler bitkilerin büyümesini verimini etkilediğini bildirmişlerdir (Gizas ve Savvas, 2007). Bitki başına verim açısından ise perlit, pomza orta ve küçük taneli ortamlar benzer derecede yüksek verim sağlamıştır. Bu sonuç, her ortamın farklı büyüme avantajlarına sahip olabileceğini ve verim üzerinde birden fazla etmenin sinerjik etkilerinin olduğunu düşündürmektedir. Bu çalışmada, farklı ortamların hıyar ve domates bitkileri üzerine etkisini incelediklerinde bitki başına verim ve bitki boyunda en yüksek pomza ortamında olduğunu bildirmişlerdir. (Maloupa vd., 2001). Farklı ortamlarda incelenen parametreler sonucunda hıyar meyve suyunun pH ve SÇKM miktarları ortamlara göre değişiklik göstermiştir. Sonuçlara göre büyük tane boyutu olan pomza en yüksek pH ve SÇKM değerlerine sahip olduğu göstermiştir. Bulgularımıza benzer şekilde yapılan çalışmada meyve suyunun pH'ı en yüksek pomza ortamında yetiştirilen bitkilerde olduğunu belirlemişlerdir (Marinou vd., 2013). Tane boyutu 5-8 mm olan pomza istisnayi olarak bitki yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Tane boyutu 0-5 mm ve 0-8 mm arasında olan pomza topraksız tarımda bitki büyümesi için kullanılmaktadır. Tane boyutu küçük olan pomza genellikle küçük gözeneklere sahip ve bu nedenle yüksek su tutma kapasitesi sağlar. Büyük tane boyutundaki pomza ise kök havalanmasını arttıran büyük gözeneklere sahiptir. Bu nedenle yetiştirilecek bitki türüne ve amacına uygun olarak pomzanın tane boyutu belirlenmelidir (Raviv vd., 2002; Gizas ve Savvas, 2007).

SONUÇ

Çalışmanın sonucunda topraksız tarımda alternatif yetiştirme ortamı olarak farklı tane büyüklüğündeki pomzanın hıyar (*Cucumis sativus* l.) bitkisinin büyüme, verim ve kalite özellikleri üzerindeki gövde boyu ve çapı, gövde ve kök taze ağırlığı, ortalama meyve ağırlığı, bitki başına düşen verim, meyve boyu ve çapı, meyve suyunun EC, pH ve SÇKM parametreleri incelenmiştir. İncelenen parametreler sonucunda gövde boyu ve çapı, gövde taze ve kök taze ağırlığı bakımından en yüksek değerler organik kökenli cocopeat ortamında belirlenmiştir. Meyve çapı ve ortalama meyve ağırlığında tane boyutu küçük olan pomza ortamı en iyi sonuçları verirken, bitki başına düşen verim, meyve eti sertliği ve meyve suyu EC değeri perlit ortamın en iyi sonucu vermiştir. Meyve suyu pH ve SÇKM bakımından ise tane boyutu büyük olan pomza ortamında öne çıktığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre topraksız tarımda yetiştirme ortamı olarak yaygın kullanılan cocopeat ve perlit ortamı gibi tane boyutu küçük olan pomzada alternatif yetiştirme ortamı olarak öne çıkmaktadır. Aynı zamanda ileriki çalışmalarda pomzanın diğer ortamlar ile kombinasyon halinde kullanılması bitki gelişimi üzerinde olumlu etkiler oluşturabilir.

KAYNAKÇA

Atzori, G., Pane, C., Zaccardelli, M., Cacini, S., & Massa, D. (2021). The role of peat-free organic substrates in the sustainable management of soilless cultivations. *Agronomy*, *11*(6), 1236.

Ceglie, F. G., Bustamante, M. A., Ben Amara, M., & Tittarelli, F. (2015). The challenge of peat substitution in organic seedling production: optimization of growing media formulation through mixture design and response surface analysis. *PloS one*, *10*(6), e0128600.

Gizas, G., & Savvas, D. (2007). Particle size and hydraulic properties of pumice affect growth and yield of cucumber in soilless culture. *HortScience, 42*(5), 1274–1280. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.5.1274

Gruda N.S. 2012. Current and future perspective of growing media in Europe. Acta Horticulturae. 960:37–45. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.960.3

Gruda NS. 2019. Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. Agronomy. 9(6):298. doi:10.3390/agronomy9060298.

Kadioğlu, P. B. (2023). Soil regulators and soilless agricultural techniques. A sustainable increase in food security requires agricultural biodiversity. Iksad Publishing House, Ankara, 71-96.

Maloupa, E., Abou Hadid, A., Prasad, M., & Kavafakis, C. (2000, March). Response of cucumber and tomato plants to different substrates mixtures of pumice in substrate culture. In V International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current Trends for Suistainable Technologies 559 (pp. 593-600).

Marinou, E., Chrysargyris, A., & Tzortzakis, N. G. (2013). Use of sawdust, coco soil and pumice in hydroponically grown strawberry. *Plant, Soil and Environment*, *59*(10), 452-459.

Olle, M., Ngouajio, M., & Siomos, A. (2012). Vegetable quality and productivity as influenced by growing medium: a review.

Owoade, F. M., Owolabi, E. T., Adeleke, M. A., Ayadi, D. T., & Adigun, T. S. (2024). Effects Of Dıfferent Growıng Medıa On The Growth And Yıeld Of Cucumber (Cucumis sativus L.). *The International Journal of Organic Agriculture Research and Development*, 19(4), 325-330.

Pardossi A., Carmassi G., Diara C., Incrocci L., Maggini R., Massa D. (2011). Efficient Use of Inputs in Protected Horticulture. Department of Biologicial Agriculture, University of Pisa, Italy, p. 260.

Raviv, M. (2015, September). Can compost improve sustainability of plant production in growing media? In International Symposium on Growing Media, Composting and Substrate Analysis-SusGro2015 1168 (pp. 119-134).

Verdonck O, Gabriels R. 1992. Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates. Acta Horticulturae. 302:169–179. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1992.302.16

REVIEW ON CONGESTIVE HEART FAILURE

K.Pooja

Dr.M.K. Vijayalakshmi

Puniparthi Sunitha

Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy Chennai

Abstract

The article abstract on Congestive Heart Failure (CHF) provides a comprehensive and concise overview of this complex clinical syndrome, highlighting the condition's pathophysiology, clinical manifestations, and public health significance. The abstract effectively introduces CHF as a chronic, progressive condition in which the heart is unable to pump blood adequately to meet the body's metabolic demands. It explains both systolic and diastolic dysfunctions as central mechanisms contributing to heart failure, which adds depth and clarity to the discussion. One of the strengths of the abstract is its clear identification of common symptoms such as dyspnea, fatigue, and edema, which are critical for early diagnosis. The inclusion of underlying causes, particularly ischemic heart disease, hypertension, and cardiomyopathies, ensures that readers understand the multifactorial origins of CHF. The abstract also briefly discusses diagnostic modalities including echocardiography and natriuretic peptide levels, offering a glimpse into evidence-based clinical practice. From a treatment standpoint, the abstract outlines both pharmacological approaches (like ACE inhibitors, beta-blockers, and diuretics) and lifestyle modifications, reflecting the multi-pronged nature of CHF management. Importantly, it touches on the role of patient education and long-term monitoring, emphasizing the importance of self-care and adherence to treatment plans. However, the abstract could be enhanced by incorporating recent advancements such as the role of SGLT2 inhibitors and the increasing use of telemedicine in CHF monitoring. Moreover, epidemiological data or statistics could provide better context for the burden of the disease. In conclusion, the abstract serves as a strong foundation for understanding Congestive Heart Failure. It successfully balances clinical relevance with accessibility, making it useful for both medical professionals and informed laypersons. Further elaboration in the full article is anticipated to expand on these key points with evidence-based depth.

Keywords

Congestive Heart Failure, Heart dysfunction, Dyspnea, Ischemic Heart Failure, Hypertension, Edema, Fatigue.

Introduction

Congestive Heart Failure (CHF) is a complex clinical syndrome characterized by the heart's inability to pump blood efficiently to meet the body's metabolic demands. It results from structural or functional cardiac disorders that impair the ventricles' ability to fill with or eject blood adequately. CHF is a growing public health concern globally, with millions affected, particularly among the elderly population. It represents the final common pathway of many cardiovascular diseases, including coronary artery disease, hypertension, myocardial infarction, and valvular heart disorders.

The term "congestive" reflects the fluid accumulation in various body parts such as the lungs, liver, abdomen, and lower extremities due to poor cardiac output and increased venous pressure. CHF can be classified as left-sided or right-sided heart failure, and further into systolic (reduced ejection fraction) or diastolic (preserved ejection fraction) heart failure, depending on the nature of cardiac dysfunction.

Clinically, patients may present with symptoms like shortness of breath, fatigue, edema, and reduced exercise tolerance. These symptoms often lead to frequent hospitalizations, significantly affecting the patient's quality of life and imposing a heavy economic burden on healthcare systems.

Timely diagnosis and effective management are essential to reduce morbidity and mortality associated with CHF. Diagnostic tools such as echocardiography, chest X-ray, ECG, and biomarker tests like BNP help in assessing severity and guiding treatment. Management involves a combination of lifestyle modification, pharmacologic therapy, device implantation, and in advanced cases, surgical interventions. Despite advancements in therapy, CHF remains a chronic, progressive condition with high rates of hospital readmissions and mortality. Therefore, a comprehensive understanding of its pathophysiology, clinical features, and management strategies is crucial for improving outcomes and enhancing patient care.

Epidemiology

Congestive Heart Failure (CHF) is a significant global health problem, affecting over 64 million people worldwide, according to the World Health Organization (WHO). The burden of CHF continues to rise due to aging populations, increased survival from acute cardiac events, and a growing prevalence of risk factors such as hypertension, diabetes, and obesity. It is a leading cause of morbidity, mortality, and healthcare expenditure in both developed and developing countries.

In high-income countries like the United States, it is estimated that approximately 6.2 million adults are living with heart failure, with projections indicating an increase of nearly 46% by 2030. Similarly, in Europe, over 15 million people are affected. Hospitalization rates due to CHF are particularly high among individuals aged 65 and older, making it one of the most common reasons for hospital admissions in this age group.

In contrast, low- and middle-income countries are witnessing a shift in disease patterns from communicable to non-communicable diseases, leading to an increasing incidence of heart failure. However, data from these regions are often limited due to lack of surveillance systems and standardized diagnostic criteria. In many developing countries, rheumatic heart disease, untreated hypertension, and untreated coronary artery disease contribute significantly to CHF prevalence.

The incidence of CHF is closely linked with age, with rates doubling with each successive decade of life after 45 years. Men are more likely to develop heart failure with reduced ejection fraction (HFrEF), while women are more commonly affected by heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF).

Racial and ethnic disparities also exist. In the United States, African Americans experience higher rates of heart failure at younger ages and with greater severity compared to white populations. Socioeconomic status, access to healthcare, and differences in risk factor prevalence all play a role in these disparities.

Globally, the economic burden of CHF is substantial, encompassing direct costs (hospitalizations, medications, interventions) and indirect costs (loss of productivity, caregiver

burden). In the U.S. alone, the annual cost exceeds $30 billion. As the prevalence continues to grow, the need for effective public health strategies, early detection, and preventive measures is crucial. Understanding the epidemiological patterns of CHF helps tailor healthcare policies, resource allocation, and patient education programs to reduce its impact.

Causes and Risk Factors

Congestive Heart Failure (CHF) arises when the heart is unable to pump blood effectively, leading to inadequate perfusion of tissues and fluid accumulation in the lungs and other parts of the body. It is typically the end result of various cardiovascular and systemic conditions that damage or weaken the heart muscle over time. Understanding the causes and risk factors is essential for prevention and early management.

Common Causes of CHF

Coronary Artery Disease (CAD):

CAD is the leading cause of CHF. It occurs when plaque builds up in the coronary arteries, reducing blood flow to the heart muscle and leading to ischemia and myocardial infarction (heart attack), which can impair heart function.

Hypertension (High Blood Pressure):

Chronic high blood pressure increases the workload on the heart, causing the myocardium to thicken (left ventricular hypertrophy) and eventually weaken, leading to heart failure.

Cardiomyopathy:

Diseases of the heart muscle (e.g., dilated, hypertrophic, or restrictive cardiomyopathy) can directly impair the heart's ability to contract and relax properly.

Valvular Heart Diseases:

Conditions such as aortic stenosis or mitral regurgitation disrupt normal blood flow through the heart chambers, putting strain on the heart and contributing to failure.

Arrhythmias:

Abnormal heart rhythms like atrial fibrillation or ventricular tachycardia can reduce cardiac efficiency and lead to CHF over time.

Myocarditis:

Inflammation of the heart muscle, often caused by viral infections, can damage the myocardium and impair function.

Congenital Heart Disease:

Structural defects present at birth may eventually lead to CHF if left untreated.

Major Risk Factors

Diabetes Mellitus:

High blood sugar levels contribute to vascular damage and increase the risk of coronary artery disease and cardiomyopathy.

Obesity and Sedentary Lifestyle:

These are associated with hypertension, diabetes, and metabolic syndrome—all of which increase CHF risk.

Smoking and Alcohol Abuse:

Tobacco and excessive alcohol intake can directly damage the heart muscle and contribute to other risk factors like hypertension.

Advanced Age:

Aging leads to natural changes in cardiovascular function, increasing susceptibility to CHF.

Family History and Genetics:

A family history of cardiomyopathy or heart failure can indicate a genetic predisposition. Early identification and control of these causes and risk factors through lifestyle changes, medical management, and patient education are critical in reducing the burden of CHF.

Pathophysiology

The pathophysiology of Congestive Heart Failure (CHF) involves a complex interplay of structural, functional, and neurohormonal changes that impair the heart's ability to pump and fill blood effectively. CHF can result from systolic dysfunction (impaired contraction), diastolic dysfunction (impaired relaxation), or both. The heart's inability to maintain adequate cardiac output leads to compensatory mechanisms that initially help but eventually worsen the condition.

Ventricular Dysfunction

In systolic heart failure, the heart muscle becomes weak and dilated, leading to reduced ejection fraction (HFrEF). The heart cannot contract forcefully enough to eject sufficient blood.

In diastolic heart failure, also known as heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF), the ventricles become stiff and less compliant, impairing filling during diastole, even though the ejection fraction remains normal.

Decreased Cardiac Output

As cardiac output drops, blood pressure and perfusion to vital organs are reduced. This triggers several compensatory mechanisms, including:

Neurohormonal Activation

Sympathetic Nervous System (SNS): Releases norepinephrine to increase heart rate and contractility. However, chronic activation leads to increased myocardial oxygen demand, arrhythmias, and further heart damage.

Renin-Angiotensin-Aldosterone System (RAAS): Reduced kidney perfusion stimulates renin release, leading to vasoconstriction (via angiotensin II) and sodium and water retention (via aldosterone), increasing blood volume and afterload. Antidiuretic Hormone (ADH): Promotes water retention, contributing to fluid overload.

Ventricular Remodeling

In response to pressure and volume overload, the heart undergoes structural changes—ventricular hypertrophy and dilation—which initially improve function but ultimately lead to further dysfunction, increased wall stress, and worsening heart failure.

Fluid Overload and Congestion

As the heart struggles to pump efficiently, blood backs up into the lungs (left-sided failure) or systemic circulation (right-sided failure), causing pulmonary congestion, edema, hepatomegaly, and ascites.

Cellular and Molecular Changes

Heart failure involves inflammatory cytokines, oxidative stress, and apoptosis (cell death), which contribute to progressive myocardial damage and fibrosis.

Clinical Presentation

The clinical presentation of Congestive Heart Failure (CHF) varies depending on the underlying cause, severity, and whether it is left-sided, right-sided, or biventricular failure. Symptoms can develop gradually (chronic heart failure) or appear suddenly (acute decompensated heart failure). Recognizing the typical signs and symptoms is crucial for timely diagnosis and management.

General Symptoms

Regardless of the type, most patients experience:

Fatigue and Weakness: Due to inadequate perfusion of skeletal muscles.

Reduced Exercise Tolerance: Patients often feel exhausted after minimal activity.

Shortness of Breath (Dyspnea): A hallmark symptom, especially during exertion or while lying flat (orthopnea).

Left-Sided Heart Failure

Occurs when the left ventricle fails to pump blood effectively to the systemic circulation, causing pulmonary congestion.

Exertional Dyspnea and Orthopnea: Difficulty breathing worsens when lying down.

Paroxysmal Nocturnal Dyspnea (PND): Sudden nighttime breathlessness that awakens the patient.

Pulmonary Rales or Crackles: Due to fluid accumulation in the lungs.

Cough with Frothy Sputum: Occasionally blood-tinged due to pulmonary edema.

Tachycardia and Palpitations

Right-Sided Heart Failure

Results from failure of the right ventricle to pump blood into the lungs, leading to systemic venous congestion.

Peripheral Edema: Swelling in the ankles, feet, or legs.

Hepatomegaly: Enlarged liver due to venous congestion.

Ascites: Fluid accumulation in the abdominal cavity.

Jugular Venous Distension (JVD): Visible bulging of neck veins.

Weight Gain: From fluid retention.

Acute vs. Chronic Heart Failure

Acute CHF presents suddenly with severe symptoms like pulmonary edema, restlessness, cyanosis, and severe shortness of breath.

Chronic CHF develops slowly with progressive worsening of fatigue, edema, and breathlessness.

Other Symptoms

Nocturia: Frequent nighttime urination due to fluid redistribution.

Confusion or Altered Mental Status: Especially in elderly patients due to poor cerebral perfusion.

Cold Extremities and Pallor: Due to decreased peripheral circulation.

The severity of symptoms is often classified using the New York Heart Association (NYHA) Functional Classification, ranging from Class I (no symptoms) to Class IV (symptoms at rest).

Diagnostic Evaluation

The diagnosis of Congestive Heart Failure (CHF) involves a combination of clinical assessment, imaging studies, laboratory investigations, and functional classification. Early and accurate diagnosis is essential for initiating effective treatment and preventing disease progression.

Clinical Assessment

A thorough history and physical examination is the first step:

History includes symptoms such as dyspnea, fatigue, orthopnea, paroxysmal nocturnal dyspnea, swelling, and weight gain.

Physical examination may reveal elevated jugular venous pressure, pulmonary crackles, peripheral edema, displaced apical impulse, and an S3 gallops.

Laboratory Tests

B-type Natriuretic Peptide (BNP) or N-terminal proBNP (NT-proBNP): These are key biomarkers that help differentiate heart failure from other causes of dyspnea. Elevated levels suggest cardiac strain.

Complete Blood Count (CBC): May reveal anemia, which can worsen symptoms.

Renal Function Tests (Creatinine, BUN): Assess kidney involvement and guide medication use.

Liver Function Tests: Elevated in right-sided failure due to hepatic congestion.

Electrolytes (Sodium, Potassium): Important for detecting imbalances, especially in patients on diuretics.

Thyroid Function Tests: Hyper- or hypothyroidism can contribute to heart failure.

Electrocardiogram (ECG)

An ECG helps detect underlying causes or complications such as:

Myocardial infarction

Left ventricular hypertrophy

Arrhythmias (e.g., atrial fibrillation)

Conduction abnormalities (e.g., bundle branch block)

Chest X-Ray

Shows signs of pulmonary congestion, cardiomegaly, pleural effusion, or Kerley B lines.

Helpful in distinguishing CHF from other respiratory conditions.

Echocardiography

The most important imaging modality for diagnosing CHF.

Assesses left ventricular ejection fraction (LVEF) to distinguish between systolic (HFrEF) and diastolic (HFpEF) failure.

Evaluates valve function, wall motion abnormalities, and chamber sizes.

Additional Tests

Stress Testing or Cardiac MRI: For detailed evaluation of myocardial perfusion and viability.

Coronary Angiography: If ischemic heart disease is suspected.

Right Heart Catheterization: In select cases for hemodynamic monitoring.

Functional Classification

The NYHA (New York Heart Association) classification helps determine the severity of symptoms and guide treatment.

Types of Heart Failure

Congestive Heart Failure (CHF) is not a single disease but a clinical syndrome that can be classified into several types based on ventricular function, anatomical involvement, and onset/duration. Understanding these types is crucial for accurate diagnosis and targeted treatment.

Based on Ventricular Function

a. Systolic Heart Failure (HFrEF)

Also known as Heart Failure with Reduced Ejection Fraction (EF < 40%).

Occurs when the heart muscle becomes weak and cannot contract effectively, leading to reduced cardiac output.

Common causes include myocardial infarction, dilated cardiomyopathy, and chronic hypertension.

Patients typically present with symptoms like fatigue, dyspnea, and reduced exercise tolerance.

Responds well to ACE inhibitors, beta-blockers, and certain device therapies.

b. Diastolic Heart Failure (HFpEF)

Also called Heart Failure with Preserved Ejection Fraction (EF ≥ 50%).

The heart contracts normally, but stiff ventricles prevent proper filling during diastole.

Often seen in elderly patients, especially women, and those with hypertension, diabetes, and obesity.

Management is more challenging and focuses on controlling blood pressure, heart rate, and volume status.

c. Heart Failure with Mid-range Ejection Fraction (HFmrEF)

EF between 41% and 49%, falling between HFrEF and HFpEF.

Recognized as a distinct group with features of both systolic and diastolic dysfunction.

Treatment strategies are still evolving.

Based on Anatomic Location

a. Left-Sided Heart Failure

Most common type; involves failure of the left ventricle.

Leads to pulmonary congestion with symptoms like dyspnea, orthopnea, and crackles.

May progress to right-sided failure if untreated.

b. Right-Sided Heart Failure

Involves the right ventricle, often secondary to left-sided failure or conditions like pulmonary hypertension.

Causes systemic congestion: peripheral edema, hepatomegaly, and ascites.

c. Biventricular Heart Failure

Both left and right ventricles are impaired.

Presents with a combination of pulmonary and systemic symptoms.

Based on Onset

a. Acute Heart Failure

Rapid onset, often life-threatening (e.g., pulmonary edema).

Requires urgent treatment.

b. Chronic Heart Failure

Develops slowly and persists over time.

Managed with long-term medication and lifestyle changes.

Management Strategies

The management of Congestive Heart Failure (CHF) requires a multidisciplinary approach focused on symptom relief, slowing disease progression, reducing hospitalizations, and improving survival and quality of life. Treatment varies based on the type and severity of heart failure but generally includes lifestyle modifications, pharmacologic therapy, device interventions, and patient education.

Lifestyle Modifications

Dietary Changes: Sodium restriction (<2g/day) and fluid restriction in advanced cases help prevent fluid overload.

Weight Monitoring: Daily weight checks help detect fluid retention early.

Exercise: Supervised cardiac rehabilitation or light activity improves functional capacity.

Avoidance of Alcohol and Smoking: These can worsen cardiac function.

Pharmacologic Therapy

a)For HFrEF (Heart Failure with Reduced Ejection Fraction):

ACE Inhibitors / ARBs / ARNi (e.g., sacubitril-valsartan): Reduce mortality and hospitalization.

Beta-Blockers (e.g., carvedilol, metoprolol): Improve heart function and survival.

Mineralocorticoid Receptor Antagonists (e.g., spironolactone): Reduce fluid retention and cardiac remodeling.

Diuretics (e.g., furosemide): Provide symptomatic relief by reducing pulmonary and peripheral edema.

SGLT2 Inhibitors (e.g., dapagliflozin): Recently added as effective drugs for both HFrEF and HFpEF.

b)For HFpEF (Heart Failure with Preserved Ejection Fraction)

No specific mortality-reducing therapy yet; focus is on managing comorbidities like hypertension, diabetes, and atrial fibrillation.

Diuretics are used to relieve congestion.

Device Therapy

Implantable Cardioverter-Defibrillators (ICDs): Prevent sudden cardiac death in patients with low EF.

Cardiac Resynchronization Therapy (CRT): Helps coordinate ventricular contractions in patients with conduction abnormalities.

Left Ventricular Assist Devices (LVADs): Used in advanced heart failure or as a bridge to transplant.

Surgical Options

Heart Transplantation: Considered for eligible patients with end-stage heart failure.

Valve Repair or Replacement: In cases where valvular disease contributes to CHF.

Patient Education and Follow-Up

Education on medication adherence, symptom monitoring, and lifestyle changes is essential.

Regular follow-up helps optimize treatment and detect deterioration early. Comprehensive and individualized management of CHF leads to better long-term outcomes and reduces healthcare burden.

Monitoring and Follow-Up

Effective monitoring and follow-up are critical components in the long-term management of Congestive Heart Failure (CHF). They help ensure treatment effectiveness, detect early signs of deterioration, adjust therapies, and prevent hospital readmissions. Given that CHF is a chronic and progressive condition, ongoing surveillance by a multidisciplinary healthcare team is essential.

Clinical Monitoring

Regular clinical evaluations are crucial to assess symptom progression, treatment response, and complications:

Symptom Tracking: Worsening dyspnea, fatigue, edema, or weight gain may indicate fluid overload or disease progression.

Vital Signs: Regular monitoring of blood pressure, heart rate, respiratory rate, and oxygen saturation.

Weight Monitoring: Daily weight checks at home help detect early fluid retention. A gain of >2 kg in 2–3 days warrants clinical review.

Laboratory Monitoring

Renal Function (Creatinine, BUN): Diuretics and RAAS blockers may impair kidney function.

Electrolytes (Potassium, Sodium): Especially important in patients on ACE inhibitors, ARBs, MRAs, or diuretics.

Natriuretic Peptides (BNP or NT-proBNP): Biomarkers that help assess disease severity and treatment response.

Thyroid Function Tests: Hypo- or hyperthyroidism can affect heart function and must be managed.

Imaging and Diagnostic Tests

Echocardiography: Periodic assessment of ejection fraction and ventricular function, especially when symptoms change.

ECG: To monitor arrhythmias, conduction delays, or the effects of medications.

Chest X-ray: To evaluate pulmonary congestion and cardiac size when clinically indicated.

Medication Review and Titration

Regular evaluation and titration of heart failure medications (e.g., beta-blockers, ACE inhibitors, SGLT2 inhibitors) to optimal dosages.

Monitoring for side effects or contraindications is necessary during dose adjustments.

Patient Education and Self-Monitoring

Educating patients and caregivers on early warning signs, medication adherence, low-sodium diet, and fluid management is vital.

Use of telemonitoring and mobile health apps helps improve self-care and allows remote monitoring by healthcare providers.

Scheduled Follow-Up

Frequency of follow-up depends on disease severity: every 1–2 weeks initially, then every 3–6 months in stable patients. Multidisciplinary heart failure clinics have been shown to reduce hospitalizations and improve outcomes.

Complications of Congestive Heart Failure

Congestive Heart Failure (CHF) is not only a chronic and progressive disease but also one that predisposes patients to a wide range of complications. These complications can arise from the underlying cardiac dysfunction, from compensatory mechanisms, or as side effects of treatment. They contribute significantly to increased morbidity, hospitalizations, and mortality in affected individuals.

Pulmonary Complications

Pulmonary Edema: One of the most acute and life-threatening complications, especially in left-sided failure. Fluid accumulation in the alveoli impairs gas exchange, leading to severe shortness of breath, hypoxia, and respiratory distress.

Pleural Effusion: Fluid buildup in the pleural space due to increased pulmonary venous pressure, causing chest discomfort and reduced lung expansion.

Renal Dysfunction

Heart failure often leads to cardiorenal syndrome, where reduced cardiac output causes poor kidney perfusion and progressive renal impairment. Additionally, the use of diuretics and RAAS inhibitors can further worsen renal function if not carefully monitored.

Arrhythmias

CHF increases the risk of atrial fibrillation, ventricular tachycardia, and sudden cardiac arrest. These arrhythmias reduce cardiac efficiency and may cause palpitations, syncope, or even sudden death.

Electrolyte imbalances, especially from diuretic therapy, further exacerbate the risk.

Thromboembolism

Due to poor blood flow and atrial fibrillation, CHF patients are at increased risk for stroke, deep vein thrombosis (DVT), and pulmonary embolism.

Anticoagulation may be required in high-risk patients.

Hepatic Congestion

Chronic right-sided heart failure can lead to congestive hepatopathy—liver enlargement, elevated liver enzymes, and eventually cardiac cirrhosis. This impairs liver function and complicates medication metabolism.

Cognitive Impairment and Depression

Reduced cerebral perfusion and the psychological burden of a chronic disease can cause memory problems, poor decision-making, anxiety, and depression, all of which negatively affect treatment adherence.

Cachexia and Malnutrition

Advanced heart failure can lead to cardiac cachexia, a wasting syndrome characterized by weight loss, muscle wasting, and poor appetite. It is a marker of poor prognosis. Early recognition and proactive management of these complications through regular monitoring, medication adjustment, and patient support can significantly improve quality of life and long-term outcomes in CHF patients.

Prognosis and Quality of Life

The prognosis of Congestive Heart Failure (CHF) depends on multiple factors, including the underlying cause, type of heart failure (HFrEF vs HFpEF), severity of symptoms, response to treatment, and presence of comorbidities. Despite advances in therapy, CHF remains a major cause of morbidity and mortality worldwide. However, early diagnosis, optimal treatment, and close follow-up can significantly improve patient outcomes and quality of life.

Prognosis

CHF is a progressive condition with variable outcomes. Studies show that:

The 5-year mortality rate after diagnosis ranges between 40% to 60%, comparable to some forms of cancer.

Patients with reduced ejection fraction (HFrEF) generally have a worse prognosis compared to those with preserved ejection fraction (HFpEF).

Repeated hospitalizations, low ejection fraction, renal impairment, and hyponatremia are markers of poor prognosis.

The NYHA functional classification helps estimate prognosis: patients in Class III or IV have significantly higher mortality than those in Class I or II.

Prognostic models such as the Seattle Heart Failure Model or MAGGIC score help clinicians predict outcomes and guide treatment planning.

Quality of Life (QoL)

CHF greatly impacts patients' physical, emotional, and social well-being:

Physical limitations due to fatigue, breathlessness, and reduced exercise capacity interfere with daily activities and independence.

Emotional distress, including anxiety, depression, and fear of death, is common and may reduce treatment adherence.

Frequent hospitalizations disrupt normal life and impose financial burdens.

Side effects from medications and dietary restrictions can further affect comfort and daily habits.

Improving QoL is a primary goal of CHF management. This involves:

- Optimizing medications to reduce symptoms and improve functional capacity.
- Patient education on lifestyle changes, diet, medication adherence, and symptom monitoring.
- Psychological support, including counseling and support groups, to address mental health issues.
- Cardiac rehabilitation programs that combine exercise, education, and counseling have shown significant benefits in QoL.

Palliative care and advance care planning may also be considered in advanced stages to support both patients and families in decision-making. In summary, while CHF carries a serious prognosis, comprehensive and personalized care can help patients live longer and with a better quality of life.

Preventive Measures

Preventing Congestive Heart Failure (CHF) involves addressing both modifiable risk factors and underlying conditions that contribute to cardiac dysfunction. Effective prevention is categorized into primary prevention (avoiding the development of heart failure in at-risk individuals) and secondary prevention (preventing progression or recurrence in those with established cardiovascular disease). One of the most important strategies is the control of hypertension, as long-standing high blood pressure is a leading cause of left ventricular hypertrophy and eventual heart failure. Regular monitoring, adherence to antihypertensive medications, and lifestyle changes such as reducing salt intake and maintaining a healthy weight are key steps. Managing diabetes mellitus through proper glycemic control, use of cardioprotective medications like SGLT2 inhibitors, and regular screening for cardiovascular complications significantly reduces heart failure risk. Lipid control is another important measure—patients at risk should maintain healthy cholesterol levels through statins, diet, and

exercise to prevent coronary artery disease, which is the most common cause of CHF. Lifestyle modifications play a central role in prevention. These include quitting smoking, avoiding excessive alcohol, following a heart-healthy diet (rich in fruits, vegetables, whole grains, and low-fat dairy), and engaging in regular physical activity (at least 150 minutes per week of moderate exercise). Obesity management is essential, as excess body weight increases the workload on the heart and contributes to insulin resistance, hypertension, and dyslipidemia. Regular health check-ups are important, especially for individuals with a family history of heart disease, to detect early signs of cardiac dysfunction. Vaccination against influenza and pneumococcal infections is also recommended to reduce the risk of respiratory infections that may trigger heart failure episodes. In patients with known cardiovascular disease, adherence to prescribed medications, close follow-up, and early recognition of symptoms such as dyspnea, fatigue, or swelling can prevent progression to full-blown heart failure. Patient education plays a vital role in prevention—empowering individuals with knowledge about risk factors, warning signs, and the importance of lifestyle changes fosters better self-care. Public health efforts aimed at promoting cardiovascular health through screening programs, awareness campaigns, and access to affordable healthcare are also critical in reducing the global burden of CHF. In summary, heart failure is largely preventable with proactive, evidence-based strategies that target risk factors, promote healthy living, and ensure continuity of care.

Role of Healthcare Team

The management of Congestive Heart Failure (CHF) requires a coordinated, multidisciplinary healthcare team approach to improve patient outcomes, reduce hospitalizations, and enhance quality of life. Each member of the healthcare team plays a vital role in delivering comprehensive and continuous care. At the center of this team is the physician or cardiologist, who is responsible for diagnosis, treatment planning, medication titration, and ongoing monitoring of the patient's clinical status. They assess heart function, manage comorbidities, and make decisions regarding advanced therapies such as device implantation or surgical interventions. Nurses play a critical role in day-to-day care, particularly in educating patients about self-care practices such as fluid and sodium restriction, daily weight monitoring, recognizing warning signs of decompensation, and ensuring medication adherence. They also assist in monitoring vitals and managing patient concerns between follow-up visits. Pharmacists contribute by reviewing medication regimens to prevent drug interactions, optimizing dosing, and counseling patients on proper medication use. They also monitor for side effects, especially in polypharmacy settings, and play a key role in medication reconciliation during transitions of care. Dietitians support the patient in adopting heart-healthy dietary habits, such as reducing salt, controlling fluid intake, and managing weight. Proper nutritional guidance helps in symptom control and reduces hospital readmissions. Physical therapists and cardiac rehabilitation specialists help patients gradually improve physical fitness and endurance through supervised exercise programs tailored to their capacity, thereby enhancing functional status and reducing fatigue. Psychologists or counselors may also be involved, especially for patients experiencing depression or anxiety, which are common in chronic heart failure and can affect treatment compliance. Social workers assist in addressing socioeconomic challenges, coordinating community support, and arranging home care or follow-up services when needed. The healthcare team also collaborates in palliative care planning for patients with advanced CHF, ensuring that care aligns with the patient's goals and quality-of-life expectations. Importantly, involving patients and their families as active partners in care is essential, as it fosters better understanding, shared decision-making, and long-term adherence. Regular team meetings, clear communication, and electronic health records facilitate coordinated care. In summary, managing CHF effectively depends not just on medications but on the integrated

efforts of a skilled and compassionate healthcare team working collaboratively to deliver patient-centered care.

Recent Advancements and Research in Congestive Heart Failure

In recent years, significant advancements in the diagnosis, treatment, and monitoring of Congestive Heart Failure (CHF) have transformed patient care and improved clinical outcomes. These developments reflect a growing understanding of the complex pathophysiology of heart failure and the need for personalized, evidence-based therapies.

One of the most notable breakthroughs is the use of SGLT2 inhibitors (e.g., dapagliflozin, empagliflozin), originally developed for diabetes. Clinical trials like DAPA-HF and EMPEROR-Reduced have demonstrated that these agents significantly reduce hospitalization and mortality in patients with heart failure with reduced ejection fraction (HFrEF)—even in non-diabetic populations. More recently, evidence supports their benefit in HFpEF as well, marking a major advancement in a population with limited treatment options.

Another major innovation is the introduction of ARNIs (Angiotensin Receptor-Neprilysin Inhibitors), specifically sacubitril/valsartan, which outperformed ACE inhibitors in reducing mortality and hospitalizations in HFrEF patients, as shown in the PARADIGM-HF trial. This drug is now a cornerstone in guideline-directed therapy.

In terms of diagnostics and monitoring, biomarkers such as NT-proBNP and high-sensitivity troponins are increasingly used to guide therapy, risk stratification, and predict outcomes. Emerging biomarkers like ST2 and galectin-3 are under investigation for their potential to provide deeper insights into cardiac stress and fibrosis.

Technological innovations have led to remote monitoring tools and implantable devices such as cardioMEMS, which monitor pulmonary artery pressure and help detect fluid overload before symptoms appear. These tools allow for earlier intervention, reducing hospital admissions.

Research is also exploring gene therapy, stem cell therapy, and regenerative medicine to repair damaged myocardium and improve cardiac function, although these remain largely in experimental phases.

Moreover, wearable devices, AI-based algorithms, and telemedicine platforms are enabling real-time patient monitoring, medication adherence tracking, and virtual consultations—especially useful for patients in remote areas or with limited mobility.

In heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF), ongoing trials are targeting fibrosis pathways, inflammation, and metabolic dysfunction to identify novel therapies. In conclusion, the landscape of heart failure management is rapidly evolving, offering new hope through scientific innovation. Continued research, personalized medicine, and technology integration promise to reshape the future of CHF care, with a focus on prevention, precision, and patient-centered outcomes.

Conclusion

Congestive Heart Failure (CHF) is a complex, progressive syndrome that poses a major global health challenge due to its high prevalence, significant morbidity and mortality, and substantial economic impact. As the end-stage manifestation of various cardiovascular conditions, CHF requires early recognition, accurate diagnosis, and a multidisciplinary management approach to improve patient outcomes. Despite its chronic nature, advancements in both pharmacologic and

non-pharmacologic therapies have transformed CHF from a fatal disease into a manageable condition for many patients.

A comprehensive understanding of the causes, pathophysiology, and clinical manifestations of CHF is essential for timely intervention. Modern diagnostic tools, including echocardiography, cardiac biomarkers, and imaging studies, aid in differentiating between types of heart failure and tailoring treatment accordingly. Management strategies now extend beyond symptom control and include disease-modifying therapies such as ACE inhibitors, beta-blockers, ARNI, and SGLT2 inhibitors, which have been shown to reduce mortality and hospitalizations. Device therapies and surgical interventions further enhance the management of advanced cases.

Ongoing monitoring, patient education, and regular follow-up are vital in preventing disease progression and managing complications. The role of the healthcare team—physicians, nurses, pharmacists, dietitians, and therapists—is central to delivering coordinated and patient-centered care. Empowering patients through self-care education, lifestyle modifications, and support systems is equally important in achieving long-term control.

Recent research continues to expand our understanding of heart failure, with novel therapies, biomarkers, and digital health technologies offering promising avenues for more personalized and proactive care. Despite these advances, challenges such as treatment adherence, disparities in care, and comorbidities remain, particularly in resource-limited settings.

Prevention remains the cornerstone of reducing the burden of CHF. Addressing modifiable risk factors such as hypertension, diabetes, obesity, and smoking through public health initiatives and individual lifestyle changes is crucial in curbing its growing incidence.

In conclusion, while CHF remains a serious and life-altering condition, it is no longer an inevitable death sentence. With early detection, evidence-based treatment, continuous monitoring, and holistic patient support, individuals with heart failure can live longer, healthier, and more fulfilling lives. The future of heart failure management lies in the integration of cutting-edge science, compassionate care, and personalized treatment pathways that meet the unique needs of each patient.

References

1.McDonagh, T. A., Metra, M., Adamo, M., Gardner, R. S., Baumbach, A., Böhm, M., … & Coats, A. J. S. (2021). 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. European Heart Journal, 42(36), 3599–3726. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368

2.Heidenreich, P. A., Bozkurt, B., Aguilar, D., Allen, L. A., Byun, J. J., Colvin, M. M., … & Yancy, C. W. (2022). 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure. Journal of the American College of Cardiology, 79(17), e263–e421. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.12.012

3.Ziaeian, B., & Fonarow, G. C. (2016). Epidemiology and aetiology of heart failure. Nature Reviews Cardiology, 13(6), 368–378. https://doi.org/10.1038/nrcardio.2016.25

4.Packer, M., Anker, S. D., Butler, J., Filippatos, G., Pocock, S. J., Carson, P., … & Zannad, F. (2020). Cardiovascular and renal outcomes with empagliflozin in heart failure. New England Journal of Medicine, 383(15), 1413–1424. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2022190

5.McMurray, J. J., Solomon, S. D., Inzucchi, S. E., Køber, L., Kosiborod, M. N., Martinez, F. A., … & DAPA-HF Trial Committees and Investigators. (2019). Dapagliflozin in patients with

heart failure and reduced ejection fraction. New England Journal of Medicine, 381(21), 1995–2008. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1911303

6.Ponikowski, P., Voors, A. A., Anker, S. D., Bueno, H., Cleland, J. G., Coats, A. J., … & van der Meer, P. (2016). 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. European Heart Journal, 37(27), 2129–2200. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128

7.Yancy, C. W., Jessup, M., Bozkurt, B., Butler, J., Casey, D. E., Colvin, M. M., … & Westlake, C. (2017). 2017 ACC/AHA/HFSA focused update of the 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure. Circulation, 136(6), e137–e161. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000509

8.Gheorghiade, M., Vaduganathan, M., Fonarow, G. C., & Bonow, R. O. (2013). Rehospitalization for heart failure: Problems and perspectives. Journal of the American College of Cardiology, 61(4), 391–403. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.09.038

9.Benjamin, E. J., Muntner, P., Alonso, A., Bittencourt, M. S., Callaway, C. W., Carson, A. P., … & Virani, S. S. (2019). Heart disease and stroke statistics—2019 update: A report from the American Heart Association. Circulation, 139(10), e56–e528. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000659

10.Felker, G. M., Teerlink, J. R., Butler, J., McMurray, J. J., Ponikowski, P., Metra, M., … & Armstrong, P. W. (2021). Mechanisms and clinical outcomes of hospitalizations for heart failure: A prospective cohort study. The Lancet, 398(10295), 1736–1746. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01734-6

11. Owan, T. E., Hodge, D. O., Herges, R. M., Jacobsen, S. J., Roger, V. L., & Redfield, M. M. (2006). Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. New England Journal of Medicine, 355(3), 251–259. https://doi.org/10.1056/NEJMoa052256

12. Savarese, G., & Lund, L. H. (2017). Global public health burden of heart failure. Cardiac Failure Review, 3(1), 7–11. https://doi.org/10.15420/cfr.2016:25:2

13. Solomon, S. D., McMurray, J. J., Anand, I. S., Ge, J., Lam, C. S. P., Maggioni, A. P., ... & Zile, M. R. (2019). Angiotensin–neprilysin inhibition in heart failure with preserved ejection fraction. New England Journal of Medicine, 381(17), 1609–1620. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1908655

14. Metra, M., & Teerlink, J. R. (2017). Heart failure. The Lancet, 390(10106), 1981–1995. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31071-1

15. Yancy, C. W., Fonarow, G. C., Albert, N. M., Curtis, A. B., Stough, W. G., Gheorghiade, M., ... & Peterson, E. D. (2008). Influence of patient age and sex on heart failure hospitalization rates. Circulation: Heart Failure, 1(1), 29–37. https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.107.746594

16. Swedberg, K., Komajda, M., Böhm, M., Borer, J. S., Ford, I., Dubost-Brama, A., ... & Tavazzi, L. (2010). Ivabradine and outcomes in chronic heart failure (SHIFT study). The Lancet, 376(9744), 875–885. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61198-1

17. Komajda, M., & Lam, C. S. P. (2014). Heart failure with preserved ejection fraction: A clinical dilemma. European Heart Journal, 35(16), 1022–1032. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu067

18. Bozkurt, B., Coats, A. J. S., Tsutsui, H., Abdelhamid, M., Adamopoulos, S., Albert, N., ... & Filippatos, G. (2021). Universal definition and classification of heart failure: A consensus

statement. European Journal of Heart Failure, 23(3), 352–380. https://doi.org/10.1002/ejhf.2115

19. Butler, J., Fonarow, G. C., Zile, M. R., Lam, C. S. P., Roessig, L., Schelbert, E. B., ... & Gheorghiade, M. (2014). Developing therapies for heart failure with preserved ejection fraction: Current state and future directions. Journal of the American College of Cardiology, 64(17), 1975–1984. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.08.032

20. Roger, V. L. (2013). Epidemiology of heart failure. Circulation Research, 113(6), 646–659. https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.113.300268

21.Wong CM, Hawkins NM, Jhund PS, MacDonald MR, Solomon SD, Granger CB, Yusuf S, Pfeffer MA, Swedberg K, Petrie MC, McMurray JJ. Clinical characteristics and outcomes of young and very young adults with heart failure: The CHARM programme (Candesartan in Heart Failure Assessment of Reduction in Mortality and Morbidity). J Am Coll Cardiol. 2013 Nov 12;62(20):1845-54.

22. Noubiap JJ, Agbor VN, Bigna JJ, Kaze AD, Nyaga UF, Mayosi BM. Prevalence and progression of rheumatic heart disease: a global systematic review and meta-analysis of population-based echocardiographic studies. Sci Rep. 2019 Nov 19;9(1):17022.

23. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, Deswal A, Drazner MH, Dunlay SM, Evers LR, Fang JC, Fedson SE, Fonarow GC, Hayek SS, Hernandez AF, Khazanie P, Kittleson MM, Lee CS, Link MS, Milano CA, Nnacheta LC, Sandhu AT, Stevenson LW, Vardeny O, Vest AR, Yancy CW., ACC/AHA Joint Committee Members. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. Circulation. 2022 May 03;145(18):e895-e1032.

24. Matta AG, Carrié D. Epidemiology, Pathophysiology, Diagnosis, and Principles of Management of Takotsubo Cardiomyopathy: A Review. Med Sci Monit. 2023 Mar 06;29:e939020.

25. Bairashevskaia AV, Belogubova SY, Kondratiuk MR, Rudnova DS, Sologova SS, Tereshkina OI, Avakyan EI. Update of Takotsubo cardiomyopathy: Present experience and outlook for the future. Int J Cardiol Heart Vasc. 2022 Apr;39:100990

26. Schoenenberger AW, Schoenenberger-Berzins R, der Maur CA, Suter PM, Vergopoulos A, Erne P. Thiamine supplementation in symptomatic chronic heart failure: a randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over pilot study. Clin Res Cardiol. 2012 Mar;101(3):159-64.

27. Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, Bittencourt MS, Callaway CW, Carson AP, Chamberlain AM, Chang AR, Cheng S, Delling FN, Djousse L, Elkind MSV, Ferguson JF, Fornage M, Khan SS, Kissela BM, Knutson KL, Kwan TW, Lackland DT, Lewis TT, Lichtman JH, Longenecker CT, Loop MS, Lutsey PL, Martin SS, Matsushita K, Moran AE, Mussolino ME, Perak AM, Rosamond WD, Roth GA, Sampson UKA, Satou GM, Schroeder EB, Shah SH, Shay CM, Spartano NL, Stokes A, Tirschwell DL, VanWagner LB, Tsao CW., American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2020 Update: A Report From the American Heart Association. Circulation. 2020 Mar 03;141(9):e139-e596.

28. Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, de Ferranti SD, Floyd J, Fornage M, Gillespie C, Isasi CR, Jiménez MC, Jordan LC, Judd SE, Lackland D, Lichtman JH, Lisabeth L, Liu S, Longenecker CT, Mackey RH, Matsushita K, Mozaffarian D, Mussolino ME, Nasir K, Neumar RW, Palaniappan L, Pandey DK, Thiagarajan RR, Reeves MJ, Ritchey M, Rodriguez CJ, Roth GA, Rosamond WD, Sasson C, Towfighi A, Tsao CW, Turner MB,

Virani SS, Voeks JH, Willey JZ, Wilkins JT, Wu JH, Alger HM, Wong SS, Muntner P., American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2017 Update: A Report From the American Heart Association. Circulation. 2017 Mar 07;135(10):e146-e603.

29. Yusuf S, Joseph P, Rangarajan S, Islam S, Mente A, Hystad P, Brauer M, Kutty VR, Gupta R, Wielgosz A, AlHabib KF, Dans A, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Lanas F, Oguz A, Kruger IM, Diaz R, Yusoff K, Mony P, Chifamba J, Yeates K, Kelishadi R, Yusufali A, Khatib R, Rahman O, Zatonska K, Iqbal R, Wei L, Bo H, Rosengren A, Kaur M, Mohan V, Lear SA, Teo KK, Leong D, O'Donnell M, McKee M, Dagenais G. Modifiable risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 155 722 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): a prospective cohort study. Lancet. 2020 Mar 07;395(10226):795-808.

30. Harjola VP, Mullens W, Banaszewski M, Bauersachs J, Brunner-La Rocca HP, Chioncel O, Collins SP, Doehner W, Filippatos GS, Flammer AJ, Fuhrmann V, Lainscak M, Lassus J, Legrand M, Masip J, Mueller C, Papp Z, Parissis J, Platz E, Rudiger A, Ruschitzka F, Schäfer A, Seferovic PM, Skouri H, Yilmaz MB, Mebazaa A. Organ dysfunction, injury and failure in acute heart failure: from pathophysiology to diagnosis and management. A review on behalf of the Acute Heart Failure Committee of the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). Eur J Heart Fail. 2017 Jul;19(7):821-836.

SOLANUM LYCOPERSICUM VE SOLANUM NIGRUM'DA TUZ TOLERANS SEVİYELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE AŞILAMANIN TUZLULUK TOLERANSINA KATKISI

COMPARISON OF SALT TOLERANCE LEVELS IN SOLANUM LYCOPERSICUM AND SOLANUM NIGRUM AND THE CONTRIBUTION OF GRAFTING TO SALT TOLERANCE

Arş. Gör. Cihad Said Alp

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

Doç. Dr. Hakan BAŞAK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

Öğr. Gör. Ramazan GÜNGÖR

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kırşehir

Dr. Öğr. Üyesi Alim AYDIN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

ÖZET

Bu çalışmada farklı EC seviyelerinin (2, 4, 8, 12, ve 16 dS/m) aşısız (*S. lycopersicum*, *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum/S. nigrum*) bitkileri üzerindeki morfolojik ve fizyolojik etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada anaç olarak *S. lycopersicum* kullanılmış, kalem olarak ise *S. nigrum* kullanılmıştır. Diğer kombinasyonlarda (örneğin *S. nigrum* anaç, *S. lycopersicum* kalem) aşılamalar başarıyla gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle yalnızca *S. lycopersicum/S. nigrum* kombinasyonu ve aşısız bitkiler değerlendirmeye alınmıştır. Bitki boyu, gövde çapı, taze-kuru biyokütle, yaprak sayısı, kök/sürgün oranı ve pigment içerikleri incelenmiştir. Sonuçlara göre, bitki boyu ve gövde çapı 4–8 dS/m EC seviyelerinde maksimuma ulaşırken, 12 ve 16 dS/m EC seviyelerinde belirgin azalmalar gözlenmiştir. Gövde, yaprak ve kök ağırlıkları açısından 4 dS/m EC seviyesi en yüksek değerlerin elde edildiği düzey olmuş; artan EC seviyeleri tüm genotiplerde biyokütle üretimini azaltmıştır. Aşılı bitkiler, yüksek EC koşullarında daha dengeli değerler sergileyerek tuzluluk stresine daha toleranslı bir yapı göstermiştir. Yaprak sayısı, aşılı bitkilerde her EC seviyesinde en yüksek bulunmuştur. Kök/sürgün oranı, yüksek EC seviyelerinde (özellikle 16 dS/m) artarak stres koşullarında kök gelişiminin sürgün gelişimine göre daha az etkilendiğini göstermiştir. Klorofil a ve b, toplam klorofil ve karotenoid içerikleri bakımından 4–8 dS/m aralığı optimum düzey olarak belirlenmiştir. Yüksek EC koşulları (12 ve 16 dS/m), özellikle klorofil b ve karotenoid düzeylerinde belirgin azalmaya yol açmıştır. Aşılı bitkiler bu düşüşlere karşı daha stabil

pigment seviyeleri sergilemiştir. Genel olarak, 4 dS/m EC seviyesi bitki gelişimi ve fizyolojik aktiviteler açısından en uygun tuzluluk düzeyi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tuz stresi; Aşılama; EC seviyeleri; *S. lycopersicum; S. Nigrum*

ABSTRACT

In this study, the morphological and physiological effects of different EC levels (2, 4, 8, 12, and 16 dS/m) on non-grafted (*S. lycopersicum*, *S. ni*grum) and grafted (*S. lycopersicum*/*S. nigrum*) plants were evaluated. In the experiment, *S. lycopersicum* was used as the rootstock and *S. nigrum* as the scion; other combinations (e.g., *S. nigrum* as rootstock and *S. lycopersicum* as scion) could not be successfully grafted. Therefore, only the *S. lycopersicum*/*S. nigrum* combination and non-grafted plants were included in the evaluation. Plant height, stem diameter, fresh-dry biomass, number of leaves, root/shoot ratio, and pigment contents were examined. According to the results, plant height and stem diameter reached their maximum at 4–8 dS/m EC levels, while significant reductions were observed at 12 and 16 dS/m. In terms of stem, leaf, and root weights, the highest values were recorded at 4 dS/m, whereas increasing EC levels reduced biomass production across all genotypes. Grafted plants exhibited more balanced values under high EC conditions, indicating greater tolerance to salt stress. The number of leaves was found to be highest in grafted plants at all EC levels. The root/shoot ratio increased under high EC levels (especially at 16 dS/m), indicating that root development was less affected by stress compared to shoot development. For chlorophyll a and b, total chlorophyll, and carotenoid content, the 4–8 dS/m range was determined as the optimum level. High EC levels (12 and 16 dS/m) caused significant reductions, particularly in chlorophyll b and carotenoids. Grafted plants exhibited more stable pigment levels under these conditions. Overall, the 4 dS/m EC level was identified as the most favorable salt concentration in terms of plant growth and physiological activities.

Key Words: Salt stress; Grafting; EC levels; *S. lycopersicum*; *S. Nigrum*

GİRİŞ

Bitki gelişimini kısıtlayan önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk dünya genelinde tarımsal üretimde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Tarım arazilerinin yarısından fazlası tuzluluk problemiyle karşı karşıyadır. Tuzluluk, köklerin su alım kapasitesini azaltarak ve dokular içerisinde birikerek beslenme metabolizmasını bozmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Bitkilerde normal koşullarda metabolizmaya zarar verecek düzeyde olmayan reaktif oksijen türleri (ROS) çeşitli stres koşulları altında artış gösterirler ve oksidatif strese neden olurlar. ROS'nin zararlı etkilerine karşı bitkilerin geliştirdiği savunma sistemi enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan sistemler olarak iki ana grupta toplanmıştır. Reaktif oksijen türlerinin hücrelere verdiği zararı engellemek amacıyla antioksidan enzim aktiviteleri artabilir. Yapılan araştırmalarda, domates yapraklarındaki süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX) ve katalaz (CAT) aktivitelerinin NaCl konsantrasyonu arttıkça yükseldiği belirlenmiştir (Kar vd., 2024). Ayrıca karotenoidler ve fenolik bileşikler gibi bitkisel sekonder metabolitlerin stres koşullarında sentezlendiği, bitki büyümesinde önemli rol oynadığı bildirilmektedir (Payyavula vd., 2012). Antioksidan olarak tanımlanan bu bileşikler, ROS üretimini önleyebilir, nötralize edebilir ve ortadan kaldırabilir; böylece oksidatif hasarı azaltabilir (Han vd., 2012).

Solanaceae familyasından olan köpek üzümü (*Solanum nigrum* L.), patates, domates ve patlıcan türleriyle filogenetik olarak yakın bir yabani türdür. *S. nigrum*, sekonder metabolitler

bakımından zengin olup içerdiği fenolik bileşikler (gallik asit, kafeik asit, gallokateşin ve kuersetin), alkaloitler, steroid alkaloitler, steroidal saponinler, karotenoidler ve glikoproteinler sayesinde güçlü antioksidan özelliklere sahiptir (Ebiloma ve Ajayi, 2011; Raju vd., 2007; Wang vd., 2011). Bu tür, Kuzeybatı Afrika, Avrupa ile Batı ve Orta Asya'ya özgüdür. Geniş adaptasyon yeteneğinden dolayı tropik ve ılıman iklim kuşağında yaygın olarak yetişmektedir (Al Khateeb vd., 2019; Sridhar ve Naidu, 2011). Kültür bitkilerinin yakın akrabaları olarak tanımlanan türler, tarımsal türlerle genetik olarak yakın ilişki içerisinde olan ya da onların atası veya akrabası olan yabani bitki türleridir. Bu türler, kültür bitkilerine aktarılabilecek faydalı özellikler taşımaktadır (Hajjar ve Hodgkin, 2007). Bu yönüyle köpek üzümü, domatese yakınlığından dolayı anaç ıslahı programlarında değerlendirilebilme potansiyeline sahiptir. Sebzelerde aşılı fide ile yetiştiricilik biyotik abiyotik stres faktörlerine karşın üretime imkân sağlaması nedeniyle giderek yaygınlaşmaktadır. Nitekim 2020 yılı Antalya aşılı sebze fidesi üretim miktarı 206.029.353 adet olup bunun 121.123.429 adetini (%58,79) aşılı domates fidesi oluşturmuştur (Fidebirlik 2025). Ülkemizde son yıllarda aşılı fide sektörü hızlı bir gelişme göstermesine rağmen, halen aşılı fide üretiminde kullanılan anaç çeşit ıslahı konusunda ıslah programı pek fazla bulunmamaktadır (Balkaya, 2014). Üniversiteler, tarımsal araştırma enstitüleri ve bazı özel sektör kuruluşları tarafından anaç ıslah programları başlatılmıştır. Ancak ülkemizde aşılı sebze üretiminde biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı, meyve kalitesini etkilemeyen, verimi daha fazla arttırmaya yönelik olarak üniversite, tarımsal araştırma enstitüleri ve özel sektör iş birliğiyle yürütülecek olan anaç ıslah çalışmalarının artırılması konusunda halen büyük bir gereksinim bulunmaktadır (Balkaya vd., 2015).

Bu çalışmada domatese (*Solanum lycopersicum* L.) anaç olma potansiyeli taşıyan köpek üzümü (*Solanum nigrum* L.) bitkisinin, tuz stresi koşullarında domateste bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler üzerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Anaç ıslahı çalışmaları açısından bir ön deneme niteliğinde olan bu çalışma sonucunda elde edilen veriler, domates ve patlıcan için yürütülecek olan anaç ıslahı programlarında değerlendirilebilecektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi merkez yerleşkesindeki deneme arazilerinde yabani ot olarak yetişen Köpek üzümü (*Solanum nigrum* L.) bitkilerinden toplanan tohumlar ile oturak ve sofralık tipte açık tozlanan "falcon" domates çeşidi (*Solanum lycopersicum* L.) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. *Solanum nigrum* meyvelerinden tohumlar sonbaharda çıkarıldıktan sonra +4°C'de muhafaza edilmiştir.

Yöntem

Çalışma, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nin tam otomasyonlu (fan-ped soğutma, yüksek basınçlı sisleme, ısı perdesi, sirkülasyon fanı ve jeotermal ısıtmalı) venlo tipi cam Ar-Ge serasında yürütülmüştür. Tohumlar torf ve perlit (2:1) içeren yetiştirme ortamının doldurulduğu viyollere ekilmiştir (20/03/2025). Viyollerde 4-5 gerçek yaprak aşamasına gelen fidelerde anaç kalem kombinasyonları *Solanum nigrum/S. lycopersicon* ve *S. lycopersicon/S. nigrum* olacak şekilde aşılama işlemi yapılmıştır (17/04/2025). Yoğun bakım ünitesinde aşı kaynaşması sağlanan fidelerden iyi gelişenlerle, aşısız köpek üzümü ve domates fidelerinin kökleri yıkanarak yetiştirme ortamından arındırılmış ve 136 lt'lik plastik saksılara besin solüsyonu doldurularak, saksı üzerine yerleştirilen sıra arası ve üzeri eşit ayarlanmış deliklere sahip kompozit levhalara sünger yardımıyla dikilmiştir (29/04/2025). Saksılara her aşı kombinasyonundan dörder adet olacak şekilde (4 *S. nigrum* L.; 4 *S. lycopersicum* L.; 4 *S. nigrum/S. lycopersicum* ve 4 *S. lycopersicum/S. nigrum*) ve 3 tekerrürlü toplam 48 adet fide dikilmiş ve besin solüsyonu hava pompası ile belirli aralıklarla havalandırılmıştır. Standart besin solüsyonu (2 dS/m Hoagland çözeltisi), 1500 µM $Ca_2(NO_3)$, 750 µM K_2SO_4, 650 µM

$MgSO_4$, 500 µM KH_2PO_4, 10 µM H_3BO_3, 0,5 µM $MnSO_4$, 0.5 µM $ZnSO_4$, 0.4 µM $CuSO_4$, 0.4 µM $MoNa_2O_4$ ve 80 µM Fe EDDHA içerecek şekilde hazırlanmıştır. Kontrol çözeltisine dikilen fideler birkaç gün hidroponik ortama uyum sağlayıp geliştikten sonra kademeli olarak saksılardaki EC düzeyleri artırılmıştır. Kontrol uygulaması (2 dS/m) haricindeki saksılarda solüsyon içerisine NaCl çözeltisi eklenerek, 4, 8, 12 ve 16 dS/m düzeylerinde EC'ye sahip solüsyon içeren saksılar oluşturulmuştur. Deneme 30/05/2025 tarihinde sonlandırılmıştır.

Denemede Yapılan Ölçümler

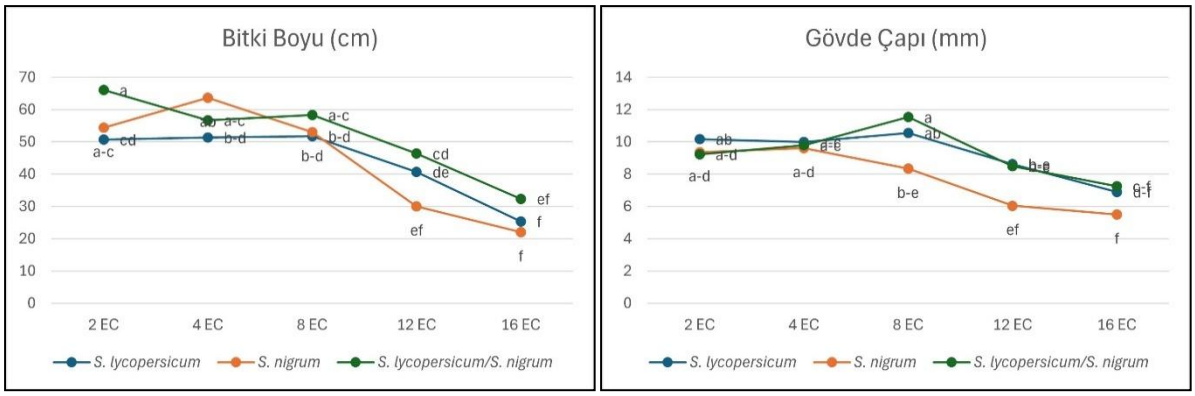
Hasattan sonra kök ve yaprak taze ve kuru ağırlıkları (g/bitki) 0.01 hassasiyetindeki dijital terazi ile belirlenmiştir. Kuru ağırlıkları belirlemek amacıyla kök ve yaprak örnekleri, sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar 65°C'ye ayarlanmış etüvde kurutulduktan sonra tartılmıştır. Bitki boyu ve çapı cetvel (cm) ile gövde çapı ise kumpas (mm) ile ölçülmüştür. Yaprak sayısı adet olarak belirlenmiştir. Yaprak pigment düzeyini belirlemek amacıyla her uygulama için yapraklardan 1 cm çapında diskler alınıp 3 ml, %80'lik aseton içerisinde homojenize edilerek 24 saat bekletildikten sonra UV-Vis spektrofotometre de 470 nm, 648.6 nm ve 664.2 nm dalga boylarında ölçümler yapılmıştır. Yaprak klorofil (a, b ve toplam klorofil) ve karotenoid içerikleri Lichtenthaler (1987), tarafından açıklanan formüller kullanılarak spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Çalışmadan elde edilen veriler, %5 önem seviyesinde Minitab Statistical Software 22 (United Kingdom) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

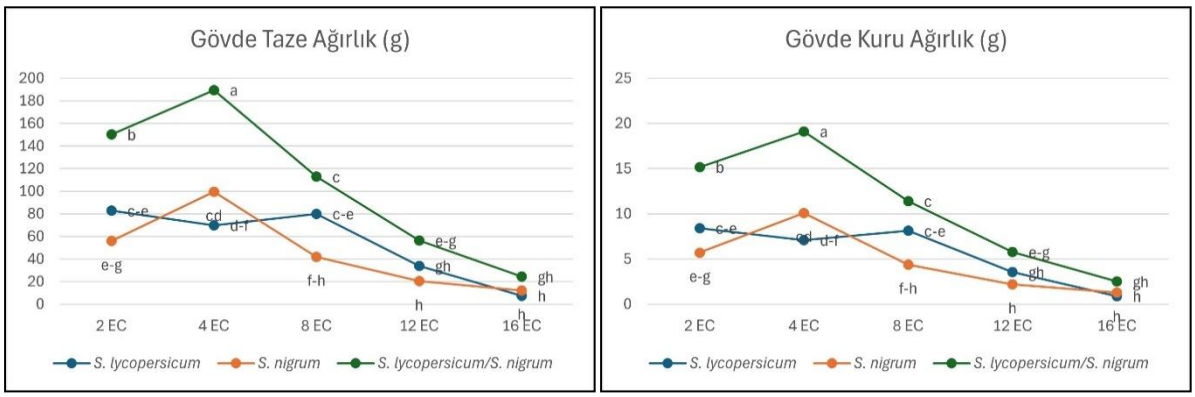
BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı düzeylerde tuz uygulamalarının aşısız (*S. lycopersicum* ve *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum*/*S. nigrum*) bitkilerde incelenen parametreler sonucunda, bitki boyu bakımından en yüksek değer 2 dS/m (kontrol) uygulamasında yetişen aşılı bitkilerde belirlenirken, en düşük değer ise 16 dS/m uygulamasında aşısız *S. lycopersicum* ve *S. nigrum* bitkilerinde belirlenmiştir. Gövde çapı en yüksek 8 dS/m uygulamasında yetişen aşılı bitkilerde tespit edilirken en düşük ise 16 dS/m uygulamasında aşısız *S. nigrum*'da tespit edilmiştir (Şekil 1). Al Khateeb vd. (2019) in vitro koşullarda yürütülen denemede, NaCl konsantrasyonu arttıkça hem *S. nigrum* hem de *S. lycopersicum*'un sürgün uzunluğunun azaldığını belirtmişlerdir. *S. nigrum* için en düşük değer, 200 mM NaCl içeren ortamda belirlenmiş ve kontrol uygulamasının %15,76'sı kadar sürgün gelişimi olduğunu bildirmişlerdir. Daha düşük tuz seviyelerinde (50 ve 100 mM), sürgün uzunluğu sırasıyla kontrol grubunun %81,86'sı ve %46,64'ü kadar olmuştur. Benzer şekilde, *S. lycopersicum*'un sürgün uzunluğu da 50 mM NaCl ortamında kontrol grubuna göre %75,12'ye düşmüş, 100 mM NaCl'de ise kontrolün yaklaşık yarısı seviyesine indiğini belirtmişlerdir ($p \leq 0.05$). (Başak vd., 2025) tarafından yapılan tuza tolerant karpuz anaç adaylarının belirlendiği çalışmada, tuz stresinin su kabağında (*Lagenaria siceraria*) sürgün kuru ağırlığını %63, kök kuru ağırlığını %43, ana gövde çapını %18, bitki başına yaprak sayısını %41, ana gövde uzunluğunu %68 ve kök uzunluğunu %45 oranında azalttığı belirlenmiştir. Çalışmada, 15 *Lagenaria siceraria* hibrit anaç adayının, tuz stresine karşı daha iyi performans gösterdiğini bildirmişlerdir.



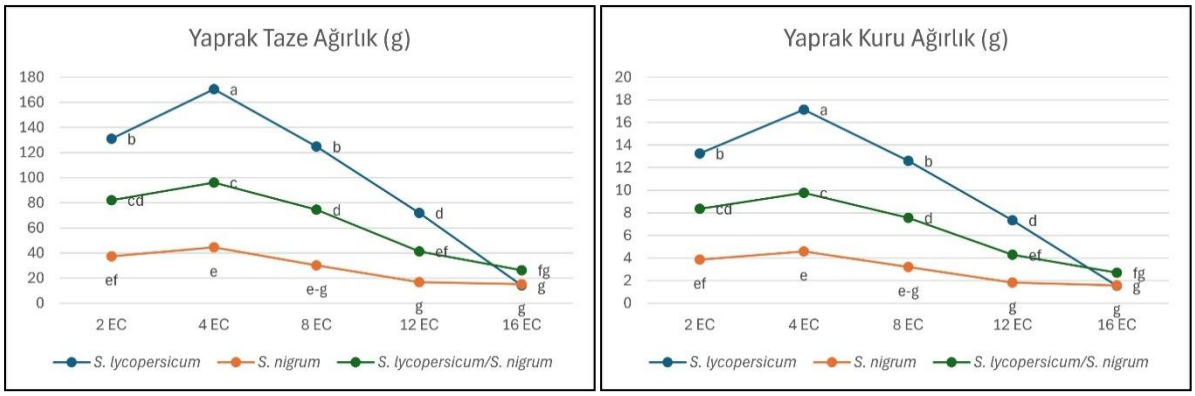
Şekil 1.Farklı EC (dS/m) seviyelerinde aşısız (*S. lycopersicum* ve *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum*/*S. nigrum*) bitkilerin, bitki boyu ve gövde çapı

Gövde taze ve kuru ağırlık bakımından incelendiğinde en yüksek değer 4 dS/m uygulamasında yetişen aşılı bitkilerde belirlenirken, en düşük ise 12 dS/m uygulamasında aşısız olan *S. nigrum* bitkilerinde ve 16 dS/m uygulamasında yetişen domates ve köpek üzümü bitkilerinde belirlenmiştir (Şekil 2). Al Khateeb vd., (2019) in vitro koşullarda yetiştirilen *S. nigrum* ve *S. lycopersicum* bitkilerinin taze ağırlığı, büyüme ortamına eklenen NaCl konsantrasyonunun artmasıyla birlikte olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir. Her iki türde de sürgün taze ağırlığında en düşük değeri 200 mM NaCl ilave edilen ortamda gözlemlemişlerdir. Sonuçların, 150 ve 200 mM NaCl koşullarında *S. lycopersicum*'un taze ağırlığının *S. nigrum*'dan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Aydın ve Yetişir, (2023) tarafından hidroponik ortamda yapılan bir çalışmada citroides (yabani karpuz) ve ticari anaçlarla aşılamanın hıyarda tuz toleransı üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuçta hıyar bitkilerinin biyokütle parametreleri tuz, aşı kombinasyonu ve tuz × aşı etkileşiminden önemli ölçüde (p<0,001) etkilendiği ancak tuz stresinden en az etkilenen bitkilerin tetraploid citroides anaçları üzerine aşılananlar olduğu belirtilmiştir.



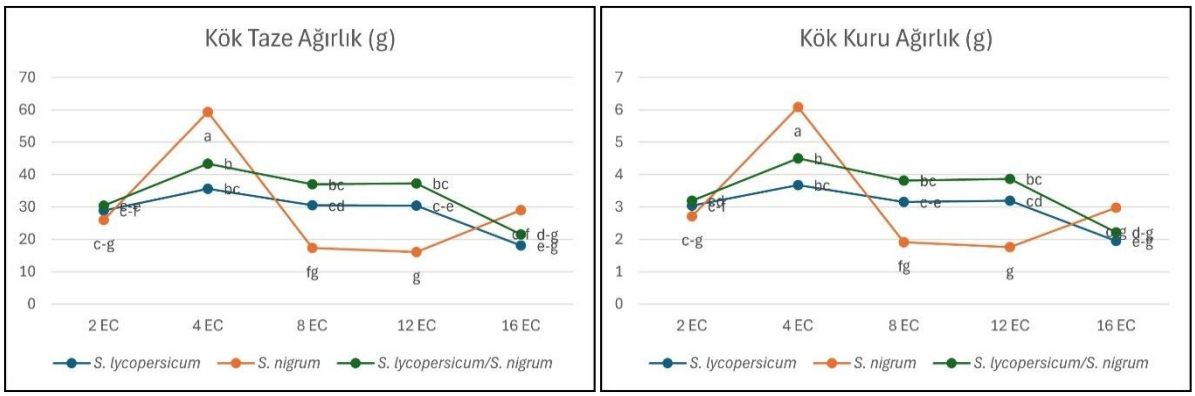
Şekil 2.Farklı EC (dS/m) seviyelerinde aşısız (*S. lycopersicum* ve *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum/S. nigrum*) bitkilerin, gövde taze ve kuru ağırlıkları

Yaprak taze ve kuru ağırlığında en yüksek değer 4 dS/m uygulamasında aşısız *S. lycopersicum* bitkilerinde ölçülürken, en düşük ise 12 dS/m uygulamasında aşısız olan *S. nigrum* bitkilerinde ve 16 dS/m uygulamasında yetişen hem *S. lycopersicum* hem de *S. nigrum* bitkilerinde ölçülmüştür (Şekil 3). Baltacıer vd., (2023) tarafından yürütülen çalışmada *S. nigrum*'un kuru ağırlığı kuraklık stresi ile kontrole kıyasla %53 azalırken, tuz stresi ile bu oranın %42 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.Farklı EC (dS/m) seviyelerinde aşısız (*S. lycopersicum* ve *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum/S. nigrum*) bitkilerin, yaprak taze ve kuru ağırlıkları

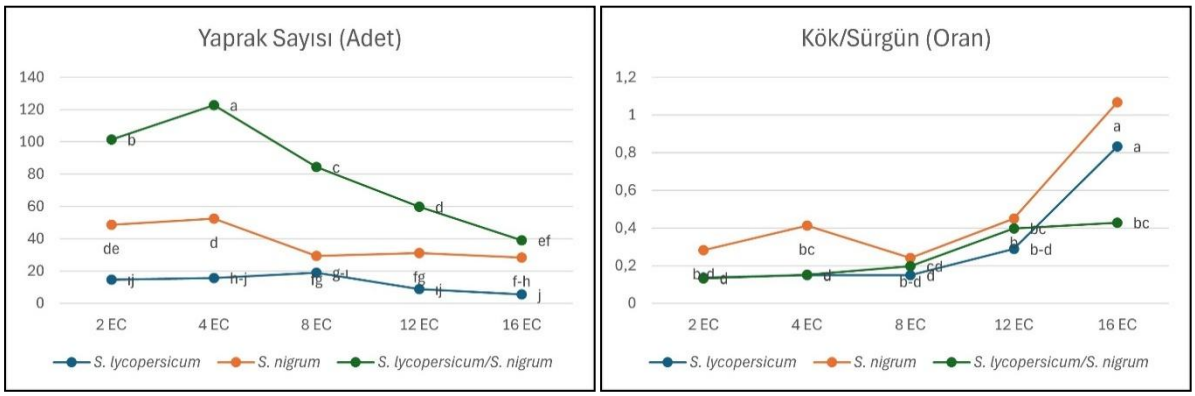
Kök taze ve kuru ağırlık bakımında en yüksek değer 4 dS/m uygulamasında yetişen aşısız *S. nigrum* bitkilerinde ölçülürken, en düşük ise 16 dS/m uygulamasında yetişen aşısız olan *S. lycopersicum* bitkilerinde ölçülmüştür (Şekil 4). Al Khateeb vd., (2019) tarafından hem *S. nigrum* hem de *S. lycopersicum*'un kök sayısı tuz konsantrasyonundan olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre *S. nigrum* bitkilerinde en yüksek kök sayısı, 100 mM NaCl uygulamasında belirlenmiş (kontrol grubunun %100,8'i), en düşük kök sayısı ise en yüksek tuz konsantrasyonunda (200 mM) belirlenmiştir (kontrol grubunun %8,4'ü). Benzer şekilde, *S. lycopersicum*'da da en düşük kök sayısı 200 mM NaCl ortamında gözlemlenmiştir (%12,28). Genel olarak, 200 mM NaCl uygulaması haricinde, tüm uygulamalarda *S. nigrum*'un kök sayısı *S. lycopersicum*'dan daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Göçer vd., (2021) tarafından yürütülen bir çalışmada artan tuz seviyesinin iki salvia türünde vejetatif aksamı önemli ölçüde azalttığı, ancak *S. tomentosa*'nın, *S. officinalis*'e nazaran daha iyi gelişim gösterdiği bildirilmiştir. Her iki türde de sürgün yaş ve kuru ağırlığında kademeli bir azalma gözlenirken, *S. officinalis*'in kök yaş ve kuru ağırlığı düşük ve orta düzeydeki tuz stresinde arttığı, yüksek tuz stresinde ise azaldığı belirtilmiştir.



Şekil 4.Farklı EC (dS/m) seviyelerinde aşısız (*S. lycopersicum* ve *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum/S. nigrum*) bitkilerin, kök taze ve kuru ağırlıkları

Yaprak sayısı en yüksek değer 4 dS/m uygulamasında yetişen aşılı bitkilerde belirlenirken, en düşük değer 16 dS/m uygulamasında yetişen aşısız S. *lycopersicum* bitkilerinde belirlenmiştir. Kök/Sürgün oranına bakıldığında ise en yüksek değerler 16 dS/m uygulamasında yetişen aşısız *S. lycopersicum* ve *S. nigrum* bitkilerinde tespit edilmiştir. Kök/sürgün oranındaki tuz konsantrasyonuyla birlikte artışın sebebinin, rizosferde tuz artışının bitkide adaptif olarak beslenmeyi kolaylaştırmak ve yaşamsal faaliyetleri sürdürebilmek için terleme yüzey alanını

küçülterek gövde ve yaprak miktarını azaltmasından ve kök gelişimini artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 5). Al Khateeb vd., (2019) tuz artışının yaprak sayısında her iki türde de azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. 150 mM NaCl koşullarında *S. lycopersicum*'da, *S. nigrum*'a kıyasla hafifçe daha fazla yaprak oluştuğunu belirtmişlerdir. İki domates çeşidinin (H2274 ve Galaxy), 3 *S. pimpinellifolium*, 3 *S. habrochaites*, *S. lycopersicum* L. × *S. pimpinellifolium* ve *S. lycopersicum* L. × *S. habrochaites* hibrit domates genotipleri üzerine aşılandığı bir çalışmada bitkiler, iki farklı tuz seviyesinde (kontrol: 1.5 dS/m ve tuzlu: 8.0 dS/m) hidroponik ortamda yetiştirilmiştir. Tuz stresinin aşılı ve aşısız domateslerin biyokütlesinde anlamlı düzeyde azalmaya neden olduğu ancak tuz stresinden en az etkilenen bitkilerin, yabani domates anaçları üzerine aşılanan bitkiler olduğu belirtilmiştir. Aşılı bitkilerin yapraklarında daha az Na^+ ve Cl^- iyonları olduğu belirlenmiştir. Sonuçta *S. pimpinellifolium* ve *S. habrochaites*'in genetik yapılarından kaynaklanan kalıtsal tuz toleransına sahip olduğu ve anaç ıslahında ve aşılı fide üretiminde kullanılabileceği vurgulanmıştır (Aydin, 2024).



Şekil 5.Farklı EC (dS/m) seviyelerinde aşısız (*S. lycopersicum* ve *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum/S. nigrum*) bitkilerin, yaprak sayısı ve kök/sürgün oranı

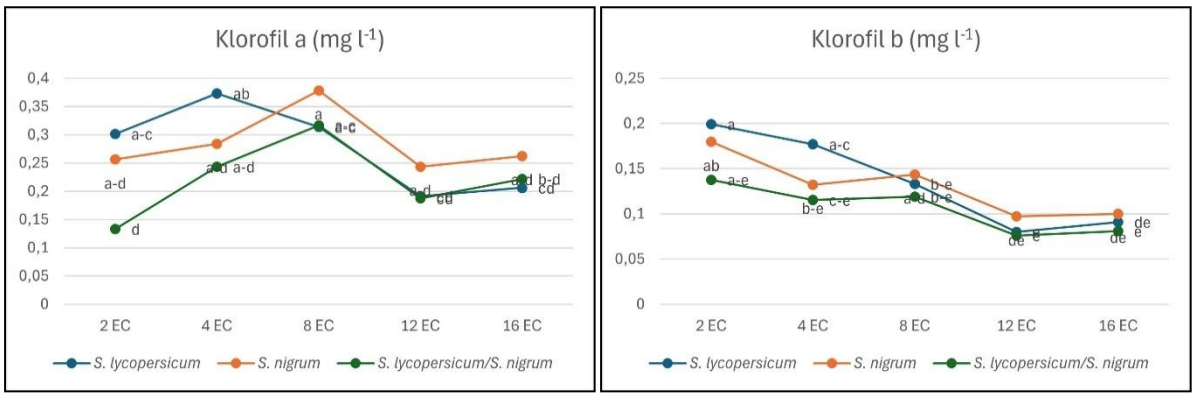
Aşağıda Şekil 6, 7, ve 8'de bitkilerin farklı tuz seviyelerindeki gelişim durumları gösterilmiştir.

Şekil 6.*S. lycopersicum* bitkilerinde farklı dozlarda tuz uygulamalarının gelişime etkisi (a:2 dS/m b:4 dS/m c:8 dS/m d:12 dS/m e:16 dS/m)

Şekil 7. *S. nigrum* bitkilerinde farklı dozlarda tuz uygulamalarının gelişime etkisi (a:2 dS/m b:4 dS/m c:8 dS/m d:12 dS/m e:16 dS/m)

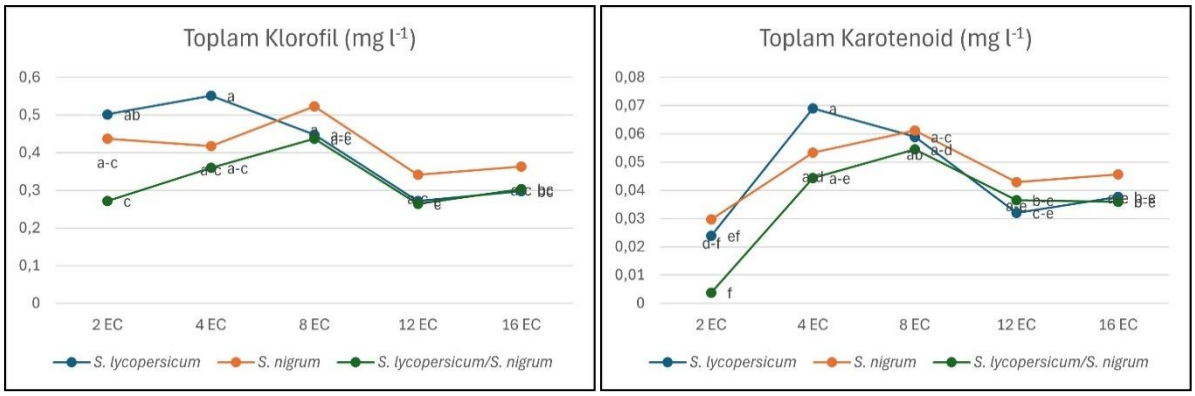
Şekil 8. *S. lycopersicum*/*S. nigrum* aşılı bitkilerinde farklı dozlarda tuz uygulamalarının gelişime etkisi (a:2 dS/m b:4 dS/m c:8 dS/m d:12 dS/m e:16 dS/m)

Klorofil a içeriği incelendiğinde en yüksek değer 8 dS/m uygulamasında yetişen aşısız *S. nigrum* bitkilerinde tespit edilirken, en düşük değer 2 dS/m (kontrol) uygulamasında yetişen aşılı bitkilerde tespit edilmiştir. Klorofil b içeriğinde ise en yüksek değer 2 dS/m (kontrol) uygulamasında yetişen aşısız *S. lycopersicum* bitkilerinde belirlenmiştir (Şekil 9). Baltacıer vd., (2023) Klorofil-a miktarının kuraklık stresi altındaki köpek üzümü fidelerinde kontrole kıyasla %52 azaldığını, Klorofil-b'nin ise kuraklık ve tuz stresi uygulamaları ile sırasıyla %62 ve %19 arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 9.Farklı dS/m seviyelerinde aşısız (*S. lycopersicum* ve *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum*/*S. nigrum*) bitkilerin, yapraklarındaki klorofil a ve b içerikleri

Toplam klorofil ve toplam karotenoid bakımından en yüksek değer 4 dS/m uygulamasında yetişen aşısız *S. lycopersicum* bitkilerinde belirlenmiştir. En düşük değerler ise 2 dS/m (kontrol) uygulamasında yetişen aşılı bitkilerde tespit edilmiştir (Şekil 10).

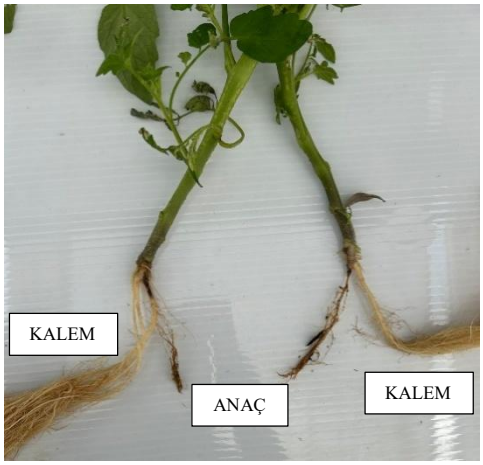


Şekil 10.Farklı EC (dS/m) seviyelerinde aşısız (*S. lycopersicum* ve *S. nigrum*) ve aşılı (*S. lycopersicum*/*S. nigrum*) bitkilerin, yapraklarındaki toplam klorofil ve karotenoid içerikleri

Al Khateeb vd., (2019) tarafından yürütülen çalışmada *S. nigrum* ve *S. lycopersicum* türlerinde, büyüme ortamındaki farklı NaCl konsantrasyonları klorofil içeriğini farklı şekilde etkilemiştir. *S. nigrum* için, yüksek tuz konsantrasyonları (150 ve 200 mM NaCl), klorofil içeriğini sırasıyla kontrol grubunun %76,14'üne ve %82,78'ine düşürmüştür. *S. lycopersicum* türünde ise 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl içeren ortamlarda klorofil içeriği sırasıyla kontrolün %146,7'si, %173'ü, %168,3'ü ve %160,1'i olarak ölçülmüştür. Sonuçlar, tüm NaCl seviyelerinde *S. lycopersicum* yapraklarında *S. nigrum*'a kıyasla anlamlı derecede daha yüksek klorofil içeriği bulunduğunu göstermiştir ($P \leq 0.05$). (Baltacıer vd., 2023) tarafından yürütülen çalışmada karotenoid miktarı kuraklık stresi ile %57 artarken toplam klorofil miktarı ise *S. nigrum* fidelerinde kuraklık uygulamaları ile kontrole kıyasla %54 arttığı belirlenmiştir. Hidroponik ortamda yapılan bir çalışmada 2 kavun çeşidi (Çıtırex ve Altınbaş), iki ticari *Cucurbita* anacı (Kardosa ve Nun9075) üzerine aşılanmıştır. tuz uygulaması (8.0 dS/m) sonucunda aşılı ve aşısız kavunlarda sürgün ve kök boyutlarında, yaprak alanında, fotosentetik aktivitede ve yaprak klorofil ve karotenoid içeriğinde önemli bir azalmaya yol açmıştır. Aşısız Çıtırex çeşidi, Altınbaş'a göre tuz stresine daha hassas tepki vermiştir. Sonuçta *Cucurbita* anaçlarının (Nun9075 ve Kardosa), aşılı kavunlarda büyümeyi ve biyokütle üretimini anlamlı şekilde artırdığı ve ıslahta yararlanılabileceği belirtilmiştir (Ulas vd., 2020). *Solanum nigrum* fidelerinde tuz stresinin (100, 200, 300 mmol/L NaCl) etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada *S. nigrum* yapraklarındaki klorofil a, klorofil b, karotenoid ve toplam klorofil içeriklerinin tuz stresi şiddetinin artmasıyla birlikte önce sabit kaldığı, ardından arttığı belirlenmiştir (Liao ve Zhang, 2021). Farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) *Solanum nigrum* L. bitkisinde karotenoid ve flavonoid üretimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada NaCl'nin kök ve yaprakların kuru biyokütle üretimi üzerindeki olumsuz etkisi; K^+, Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarının alımında belirgin bir azalma ve Na^+ iyonu birikiminde artış ile birlikte gözlenmiştir. Bu etkiler, en yüksek NaCl düzeyinde (150 mM) en belirgin şekilde ortaya çıkmıştır. NaCl uygulaması, bazı karotenoid ve flavonoid ile ilişkili genlerin ifadesini artırmış ve bu da β-karoten, lutein ve kuersetin 3-β-D-glukozid üretiminin artışıyla sonuçlanmıştır. Elde edilen verilerin, karotenoid ve flavonoidlerin antioksidan özelliklerinden dolayı tuz stresinin neden olduğu oksidatif zararların azaltılmasında etkili olabileceği vurgulanmıştır (Abdallah vd., 2016).

Çalışmada anaç olarak yalnızca *S. lycopersicum* kullanılabilmiş ve *S. nigrum* ile ters kombinasyonlu aşılamalar başarısız olmuştur (Şekil 11). Dolayısıyla çalışmada elde edilen bulgular domatesin anaç olduğu aşılı bitkilere ve aşısız domates ve köpek üzümü bitkilerine aittir. Bu aşı kombinasyonun başarısız olma durumu, türler arası fizyolojik ve anatomik uyumsuzlukları işaret etmekte ve daha fazla araştırma gerektirmektedir. Ters kombinasyonun başarısızlığının sebebi, güçlü habitusa sahip köpek üzümü bitkilerinin küçük gözlü viyollerde stres nedeniyle erken dönemde generatif faza geçmiş olması ve zayıf gelişmesi, bu nedenle de

ideal boyutta anaç materyali olamadığı düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda aşı başarısını artırmaya yönelik olarak daha uygun gövde çapı olan anaç ve kalemler kullanılarak problemin üstesinden gelinebilir. Ayrıca aşılama tekniğinin başarısını artırmak amacıyla anatomik ve histolojik analizler yapılmalı; doku uyumsuzluğu nedenleri detaylı olarak incelenmelidir.



Şekil 11. *S. nigrum/S. lycopersicum* aşı kombinasyonunun başarısızlığı ve kalemden adventif kök gelişimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı tuzluluk seviyelerinin *Solanum lycopersicum* (domates), *Solanum nigrum* (köpek üzümü) ve bu iki tür arasında yapılan aşılama kombinasyonunun (*S. lycopersicum/S. nigrum*) bitki gelişimi ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada yalnızca *S. lycopersicum* anaç, *S. nigrum* kalem olacak şekilde yapılan aşılama başarılı olmuş; *S. nigrum*'un anaç, *S. lycopersicum*'un kalem olarak kullanıldığı kombinasyonlarda ise aşılamalar başarısız olmuştur. Bu nedenle değerlendirmeye yalnızca *S. lycopersicum/S. nigrum* kombinasyonu ve aşısız bitkiler alınmıştır. Denemede elde edilen sonuçlar, artan tuzluluk seviyesinin tüm bitkilerde morfolojik ve fizyolojik gelişmeyi olumsuz etkilediğini göstermektedir. İncelenen tüm parametreler bakımından özellikle 4 dS/m tuz seviyesi olmak üzere 4–8 dS/m düzeyinde tüm bitkilerde gelişim artmış, 8 dS/m tuz uygulamasından sonra artan tuz konsantrasyonlarında gelişim anlamlı düzeyde azalmıştır. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere morfolojik ve fizyolojik parametrelerde en düşük değer genellikle 12-16 dS/m uygulamalarında belirlenmiştir. Yüksek adaptasyon kabiliyetinden dolayı geniş coğrafyalara yayılmış olan *S. nigrum*'un yüksek tuz stresine karşı gösterdiği dayanıklılık, bu türün alternatif aşılama kombinasyonlarında anaç olarak kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır. Tuzluluğun yaygın olduğu tarım alanlarında, *S. nigrum/S. lycopersicum* gibi türler arası aşılama yöntemleri, verim kaybını azaltmak için uygulanabilir alternatifler arasında değerlendirilebilir. Ancak bu çalışma yalnızca belirli bir kombinasyona odaklandığı için, ileri çalışmalar daha geniş aşı kombinasyonları, farklı domates ve köpek üzümü genotipleri ve moleküler analizlerle desteklenmelidir. Sonuç olarak, *Solanum nigrum*, domatese tuz stresine karşı direnç kazandırmak açısından önemli bir genetik kaynak olarak öne çıkmaktadır. Ancak türler arası aşılamalardaki sınırlılıklar göz önüne alınarak bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilmesi için daha ileri düzeyde araştırmalar gereklidir.

KAYNAKLAR

Al Khateeb, W., Basahi, R. A., Al-Qwasemeh, H. 2019. "*Effect of salt stress on in vitro grown Solanum nigrum L*". *Bulgarian Journal of Agricultural Science* (C. 25).

Aydın, A., Yetişir, H. 2023. "Rootstock Effect of Auto- and Allotetraploid Citron (Citrullus lanatus var. citroides) on Hydroponically Grown Cucumber Under Salt Stress". Gesunde Pflanzen, *75*(4), 1193-1206.

Aydin, A. 2024, Ekim 1. "Effects of grafting with wild tomato (Solanum pimpinellifolium and Solanum habrochaites) rootstocks on growth and leaf mineral accumulation in salt stress". Horticulture Environment and Biotechnology. Springer.

Balkaya, A., 2014. 'Aşılı sebze üretiminde kullanılan anaçlar'. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, Yıl:3, Sayı:10, Sf.4-7.

Balkaya, A., Kandemir, D., & Sarıbaş, Ş. (2015). Türkiye sebze fidesi üretimindeki son gelişmeler. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 4(13), 4-8.

Baltacier, G., Donat, S., Acar, O., Onsekiz Mart Üniversitesi, Ç., Bilimleri Enstitüsü, F., Bölümü, B., … Fakültesi, F. 2023. "Solanum nigrum L. (Köpek Üzümü)'un Kuraklık ve Tuz Stresine Fizyolojik Tepkilerinin Karşılaştırılması Çanakkale Onsekiz Çanakkale Onsekiz". Turkish Journal of Weed Science, *26*(3), 225-231. Geliş tarihi gönderen https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjws

Başak, H., Aydin, A., Yetişir, H., Turan, M. 2025. "Salt Stress Effects On Hybrid Bottle Gourd (Lagenaria siceraria) Rootstock Candidates Plant Growth, Hormones and Nutrient Content". Journal of Crop Health, *77*(1).

Ben Abdallah, S., Aung, B., Amyot, L., Lalin, I., Lachâal, M., Karray-Bouraoui, N., Hannoufa, A. 2016. "Salt stress (NaCl) affects plant growth and branch pathways of carotenoid and flavonoid biosyntheses in Solanum nigrum". Acta Physiologiae Plantarum, *38*(3), 1-13.

Ebiloma, G., Ajayi, E. I. 2011. "*A review of the pharmacological aspects of Solanum nigrum Linn*". Geliş tarihi gönderen https://www.researchgate.net/publication/228621131

Fidebirlik, 2025. http://www.fidebirlik.org.tr/wp-content/uploads/2021/02/fidebirlik-e-b%C3%BClten-say%C4%B1-35.pdf (Erişim Tarihi: 05/06/2025).

Göçer, H., Yetişir ∃, H., Ulaş, A., Arslan, M., Aydin, A. 2021. "Plant Growth, Ion Accumulation and Essential Oil Content of Salvia officinalis Mill. and S. tomentosa L. Grown under Different Salt Stress". 2021 KSU J. Agric Nat, *24*(3), 505-514.

Hajjar, R., Hodgkin, T. 2007, Temmuz. "The use of wild relatives in crop improvement: A survey of developments over the last 20 years". Euphytica.

Han, R. M., Zhang, J. P., Skibsted, L. H. 2012, Şubat. "Reaction dynamics of flavonoids and carotenoids as antioxidants". Molecules.

Kar, M., Gökpınar, G., Doğan, Ö. 2024. "Hidrojen Peroksit Prımıng Yoluyla Domates Bitkilerinde Tuz Stresinin Azaltılması: Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Ve Gen İfadesinde Meydana Gelen Değişimler". Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi - C Yaşam Bilimleri Ve Biyoteknoloji, *13*(2), 118-132.

Liao, R., Zhang, L. 2021. "Physiological response of solanum nigrum to salt stress". Içinde *E3S Web of Conferences* (C. 233). EDP Sciences.

Lichtenthaler, H. K. 1987. "[34] Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes". Methods in Enzymology, *148*(C), 350-382.

Munns, R., Tester, M. 2008. "Mechanisms of salinity tolerance". Annual Review of Plant Biology.

Payyavula, R. S., Navarre, D. A., Kuhl, J. C., Pantoja, A., Pillai, S. S. 2012. "Differential effects of environment on potato phenylpropanoid and carotenoid expression". BMC Plant Biology, *12*.

Raju, M., Varakumar, S., Lakshminarayana, R., Krishnakantha, T. P., Baskaran, V. 2007. "Carotenoid composition and vitamin A activity of medicinally important green leafy vegetables". Food Chemistry, *101*(4), 1598-1605.

Sridhar, T. M., Naidu, C. V. 2011. "*JP-Tissue Culture An Efficient Callus Induction and Plant Regeneration of Solanum nigrum (L.)-An Important Antiulcer Medicinal Plant*". *Journal of Phytology* (C. 3). Geliş tarihi gönderen www.scholarjournals.orgwww.journal-phytology.com

Ulas, A., Aydin, A., Ulas, F., Yetisir, H., Miano, T. F. 2020. "Cucurbita rootstocks improve salt tolerance of melon scions by inducing physiological, biochemical and nutritional responses". Horticulturae, *6*(4), 1-13.

Wang, H. C., Chung, P. J., Wu, C. H., Lan, K. P., Yang, M. Y., Wang, C. J. 2011. "Solanum nigrum L. polyphenolic extract inhibits hepatocarcinoma cell growth by inducing G2/M phase arrest and apoptosis". Journal of the Science of Food and Agriculture, *91*(1), 178-185.

INVESTIGATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SPORTSMANSHIP BEHAVIORS IN PHYSICAL EDUCATION CLASSES: THE CASE OF ELAZIĞ

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BEDEN EĞİTİMİ DERSLERİNDEKİ SPORTMENLİK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ: ELAZIĞ ÖRNEĞİ

Atalay GACAR

Fırat University Faculty of Sports Sciences, Department of Recreation, Elazığ, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5618-3983

Zeki VAİZOĞLU

Hakkari University Faculty of Sports Sciences, Department of Sports Management, Hakkari, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3195-3763

Gönül BERK

Fırat University Institute of Health Sciences, Department of Physical Education and Sports, Elazığ, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-1572-5278

ABSTRACT

Nowadays, with the access of sports to a wider audience, the achievements, media attention and the attitudes of the athletes in this process have changed significantly. Sports is no longer just a hobby or physical activity; it has also taken on a structure based on gain and competition. This transformation causes the amateur sports concept to remain in the background and the basic values of sports to be distanced. One of the main reasons for this situation is the unethical behaviors observed in the internal and external structures of sports. The aim of this study is to measure the sportsmanship behavior levels of secondary school students. The population of the study consisted of 29,838 students enrolled in schools within the province of Elazığ during the 2024–2025 academic year. The sample was determined using Sekaran's sample size determination table, targeting 379 participants. As a result, data were collected from 387 students. The data collection instrument used in the study was the "Sportsmanship Behavior Scale for Physical Education Course," developed by Koç (2013) specifically for middle school students. The data were analyzed using the SPSS 25 statistical software package. In order to assess whether the data met the assumption of normal distribution, skewness and kurtosis values were examined, and it was determined that the data were not normally distributed. Accordingly, the Mann-Whitney U test was used to compare sportsmanship behavior levels across binary variables, and the Kruskal-Wallis test was employed for comparisons involving variables with more than two categories. The significance level was set at $p<.05$ for all statistical tests.bAs a result, it can be said that middle school students' sportsmanship behaviors are influenced by variables such as gender, whether their parents are together or separated, whether they are licensed athletes, and their age. The findings of the study revealed that the mean score of middle school students' sportsmanship behaviors in physical education and sports classes was x =

92.13, indicating a high level of sportsmanship among the participants. Furthermore, it was observed that students who were licensed athletes demonstrated higher levels of positive behaviors, whereas those who were not licensed athletes exhibited higher levels of avoidance of negative behaviors.

Key Words: Middle school, sportsmanship, behavior

ÖZET

Günümüzde sporun daha geniş kitlelere ulaşmasıyla birlikte, elde edilen başarılar, medyanın ilgisi ve sporcuların bu süreçteki tutumları önemli ölçüde değişmiştir. Spor artık sadece bir hobi ya da fiziksel etkinlik olmaktan çıkmış; kazanç ve rekabet temelli bir yapıya bürünmüştür. Bu dönüşüm, amatör spor anlayışının geri planda kalmasına ve sporun temel değerlerinden uzaklaşılmasına neden olmaktadır. Bu durumun başlıca nedenlerinden biri, sporun iç ve dış yapılarında gözlemlenen etik dışı davranışlardır. Bu çalışmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin sportmenlik davranış düzeylerini ölçmektir. Bu araştırmanın evrenini, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında Elazığ ilinde öğrenim gören 29.838 ortaokul öğrencisi oluşturmuştur. Örneklem, Sekaran'ın örneklem büyüklüğü belirleme tablosu kullanılarak 379 katılımcı hedeflenerek belirlenmiş ve sonuç olarak 387 öğrenciden veri toplanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, ortaokul öğrencilerine yönelik olarak Koç (2013) tarafından geliştirilen "Beden Eğitimi Dersi Sportmenlik Davranışları Ölçeği" kullanılmıştır. Veriler, SPSS 25 istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini değerlendirmek amacıyla çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri incelenmiş ve verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Buna göre, ikili değişkenler arasındaki sportmenlik davranış düzeylerinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi, ikiden fazla kategoriye sahip değişkenlerde ise Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel testlerde anlamlılık düzeyi $p<.05$ olarak kabul edilmiştir. Yapılan çalışmada ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi ve spor dersi sportmenlik davranış düzeylerinin $x=92,13$ olduğu tespit edilmiştir. Böylece katılımcıların sportmenlik düzeylerinin yüksek olduğu söylenebilir. Diğer taraftan lisanslı sporcu olan katılımcıların pozitif davranış sergileme düzeylerinin daha yüksek olduğu görülürken lisanslı sporcu olmayanların negatif davranışlardan kaçınma düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Sonuç olarak ortaokul öğrencilerinin cinsiyetler, ebeveynlerinin ayrı veya birlikte oluşu, lisanslı sporcu olma durumu ve yaş değişkenleri sportmenlik davranışlarını etkilediği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Ortaokul öğrencileri, Sportmenlik, Davranış

GİRİŞ

Günümüzde sporun geniş kitlelere ulaşmasıyla birlikte, elde edilen başarılar, medya ilgisi ve sporcuların bu süreçteki tutumları önemli ölçüde değişmiştir. Artık spor, yalnızca bir hobi ya da fiziksel etkinlik değil; aynı zamanda kazanıma ve rekabete dayalı bir yapıya bürünmüştür. Bu dönüşüm, amatör spor anlayışının geri planda kalmasına ve sporun temel değerlerinden uzaklaşılmasına neden olmaktadır. Bu durumun temel sebeplerinden biri, sporun iç ve dış yapılarında gözlenen etik dışı davranışlardır.

Bu tür davranışların temelinde ise eğitim ve eğitim kurumlarının rolü göz ardı edilemez. Eğitim, bireyin toplumsal hedefler doğrultusunda gelişimini ve sosyalleşmesini sağlayan sistemli bir süreçtir (Başer, 2009). Özellikle eğitim kurumlarında saldırganlık ve şiddet eğilimli davranışların artış göstermesi, bu yapının sorgulanmasına neden olmaktadır (Durmuş ve Gürgan, 2005).

Eğitim süreci ile bağdaşmayan bu davranışların önüne geçilebilmesi için okullarda yapılacak çalışmalar, öğrencinin sorumluluk bilincini geliştirecek biçimde tasarlanmalı ve eğitimin bir bütün olarak ele alınması sağlanmalıdır. Bireylerin bu tür olumsuz davranışlar yerine, sosyal beceriler kazanarak stres ve gerginliği spor gibi yapıcı yollarla dışa vurabilmeleri desteklenmelidir (Yetim, 2014). Eğitim, bireylerin tarihsel süreç boyunca gelişiminde merkezi bir rol oynamıştır. Spor ise bireylerin bu süreçte kazandıkları becerilerin dışavurum alanıdır (Ceylan, 2006). Temel hareket yetkinliği çerçevesinde, insanın sağlıklı ve dinç bir yapıya kavuşmasını amaçlayan etkinliklere beden eğitimi adı verilir. Bu bağlamda beden eğitimi, bireyin fiziksel ve zihinsel gelişimini destekleyen, toplum yararına katkı sunan önemli bir eğitim alanıdır (Açak, 2005**).**

Beden eğitimi ve spor dersleri, öğrencilerin spora dair ilk resmi eğitimlerini aldığı temel bir öğrenme alanıdır. Bu dersler, bireylerin hem toplumsal hayata uyum sağlamaları hem de psiko-motor, bilişsel ve duyuşsal açıdan gelişim göstermeleri için önemli fırsatlar sunmaktadır (Yapan, 2007). Bu kapsamda beden eğitimi, öğrencinin etik değerler ve sosyal beceriler kazanmasında kilit rol oynar. Dayanışma, iş birliği, kurallara saygı, adalet ve yardımlaşma gibi insani değerlerin içselleştirilmesi yoluyla spor disiplini ve sportmenlik davranışları kazandırılmaktadır (Engh, 2002; Drewe, 2000). Öğrenciler, bu dersler aracılığıyla edindikleri kazanımları yaşamlarının farklı dönemlerinde de uygulama fırsatı bulabilirler.

Bu nedenle beden eğitimi yalnızca fiziksel bir etkinlik olarak değerlendirilmemeli, öğrencinin bedensel, ruhsal ve sosyal açıdan bütünsel gelişimini hedefleyen bir yapı olarak ele alınmalıdır. Milli Eğitim Bakanlığı da bu doğrultuda hazırladığı müfredat çerçevesinde sportmenlik davranışlarının geliştirilmesini hedeflemektedir (Karafil ve ark., 2017). Ergenlik dönemindeki öğrencilerin yaşadığı bedensel ve ruhsal değişimlerin davranışlarına doğrudan etkisi olmaktadır. Bu dönemde bireylerin benlik algılarının oluşması ve kurallara uyum bilincinin geliştirilmesinde beden eğitimi ve spor dersleri yapıcı bir ortam sunabilir (Altun ve Güvendi, 2019).

Ortaokul öğrencilerinin bu derslere yönelik tutumlarının olumlu olması, ergenlik dönemini daha sağlıklı geçirmelerine katkı sağlar. Cinsiyet, yaş, spora olan ilgi, aile desteği, okulun fiziki olanakları ve toplumsal koşullar gibi çeşitli faktörler bu tutumları etkilemektedir (Güllü, 2016). Sportmenlik kavramı ise farklı şekillerde tanımlansa da genellikle "fair play" ve "centilmenlik" ifadeleriyle özdeşleşmiştir (Pehlivan ve Konukman, 2004). Beden eğitimi ve spor dersleri, sportmenlik davranışlarının kazandırılması ve ahlaki değerleri önceleyen bireylerin yetiştirilmesi bakımından önemli bir rol üstlenmektedir (Koç, 2013).

Sportmenlik anlayışı, sonucu ne olursa olsun yalnızca zafer odaklı bir yaklaşıma karşı durur; bunun yerine eşitlik, saygı ve dürüstlük gibi değerleri merkeze alır. Sporcuların adil rekabet ortamında, galibiyet kadar mağlubiyeti de onurla karşılayabilmeleri sportmenliğin temel ilkesidir (Molina, 2003). Bu doğrultuda sportmenlik, beden eğitimi derslerinin temel bileşenlerinden biridir. Öğrencilerin bu değerleri benimseyerek gelişim göstermeleri, kişilik yapılarına da olumlu katkı sağlar. Okullarda sportmenliğin hem öğretilmesi hem de pratikte uygulanmasının desteklenmesi, öğrencilerin karakter gelişiminde önemli bir etki yaratmaktadır. Bu durumun eğitimsel ve toplumsal açıdan değeri tartışmasızdır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırmanın evrenini, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında Elazığ ilinde öğrenim gören 29.838 ortaokul öğrencisi oluşturmuştur. Örneklem, Sekaran'ın örneklem büyüklüğü belirleme tablosu kullanılarak 379 katılımcı hedeflenerek belirlenmiş ve sonuç olarak 387 öğrenciden veri toplanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, ortaokul öğrencilerine yönelik olarak Koç (2013) tarafından geliştirilen "Beden Eğitimi Dersi Sportmenlik Davranışları Ölçeği" kullanılmıştır. Veriler, SPSS 25 istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini değerlendirmek amacıyla çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri incelenmiş ve verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Buna göre, ikili değişkenler arasındaki sportmenlik davranış düzeylerinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi, ikiden fazla kategoriye sahip değişkenlerde ise Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel testlerde anlamlılık düzeyi $p<.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo1. Cinsiyet Değişkenine İlişkin Dağılımlar

	Cinsiyet	**N**	**Sıra Ort.**	**Sıra Top.**	**U**	**Z**	**p**
Pozitif Davranış Sergileme	Erkek	206	184,99	38108,00	16787,000	-1,694	,090
	Kadın	181	204,25	36970,00			
Negatif Davranışlardan Kaçınma	Erkek	206	153,37	31594,50	10273,500	-7,637	**,000***
	Kadın	181	240,24	43483,50			
Sportmenlik Toplam Puan	Erkek	206	163,37	33654,00	12333,000	-5,750	**,000***
	Kadın	181	228,86	41424,00			
	Toplam	387					

Katılımcıların beden eğitimi dersi sportmenlik davranışı ölçeği ile cinsiyet değişkenine ilişkin dağılımlar incelendiğinde, negatif davranışlardan kaçınma ve ölçeğin toplam puanların arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir($p<0,05$). Diğer taraftan pozitif davranış sergileme alt boyutu ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı farklılık görülmemektedir($p>0,05$). Ölçekten alınan ortalama puanlar incelendiğinde ise kadınların erkeklerden daha fazla ortalama puana sahip oldukları görülmektedir.

Tablo2. Katılımcıların Ebeveyn Durumuna İlişkin Dağılımları

		N	Sıra Ort.	Sıra Top.	u	z	P
Pozitif Davranış Sergileme	Birlikte	274	206,03	56453,00	12184,000	-3,302	**,001***
	Ayrı	113	164,82	18625,00			
Negatif Davranışlardan Kaçınma	Birlikte	274	194,36	53255,50	15381,500	-,100	,921
	Ayrı	113	193,12	21822,50			
Sportmenlik Toplam Puan	Birlikte	274	199,22	54585,50	14051,500	-1,429	,153
	Ayrı	113	181,35	20492,50			
	Toplam	387					

Katılımcıların ebeveynlerinin ayrı veya birlikte olma durumu ile beden eğitimi dersi sportmenlik davranışı düzeyleri incelendiğinde, pozitif davranışlar sergileme alt boyutunda anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Diğer taraftan negatif davranışlardan kaçınma ve sportmenlik davranışı toplam puanlar ile ebeveyn durumu arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir ($p>0,05$). Ölçekten alınan ortalama puanlar incelendiğinde ise ebeveynleri birlikte olanların ayrı olanlara göre daha fazla ortalama puana sahip oldukları görülmektedir.

Tablo3. Katılımcıların Lisanslı Sporcu Olma Durumuna İlişkin Dağılımları

	Lisanslı Olarak Spor Yapıyor musunuz?	**N**	**Sıra Ort.**	**Sıra Top.**	**u**	**z**	**p**
Pozitif Davranış Sergileme	Lisanslı Olarak Spor Yapıyorum	169	196,09	33140,00	18067,000	-,325	,745
	Lisanslı Olarak Spor Yapmıyorum	218	192,38	41938,00			
Negatif Davranışlardan Kaçınma	Lisanslı Olarak Spor Yapıyorum	169	175,14	29598,00	15233,000	-2,927	**,003***
	Lisanslı Olarak Spor Yapmıyorum	218	208,62	45480,00			
Sportmenlik Toplam Puan	Lisanslı Olarak Spor Yapıyorum	169	181,17	30618,50	16253,500	-1,987	,047
	Lisanslı Olarak Spor Yapmıyorum	218	203,94	44459,50			
	Toplam	387					

Katılımcıların lisanslı sporcu olma durumu ile beden eğitimi dersi sportmenlik davranışı düzeyleri incelendiğinde, negatif davranışlardan kaçınma alt boyutunda anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Diğer taraftan pozitif davranış sergileme ve ölçeğin toplam puanları arasında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir ($p>0,05$). Ölçekten alınan ortalama puanlar incelendiğinde ise lisanslı sporcu olmayanların sportmenlik davranışı düzey puanlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo4. Katılımcıların Yaş Değişkenine İlişkin Dağılımları

	Yaşınız	N	Sıra Ort.	X^2	p
Pozitif Davranış Sergileme	10 Yaş	111	192,59	5,351	,148
	11 Yaş	93	184,34		
	12 Yaş	96	215,77		
	13 Yaş	87	182,10		
Negatif Davranışlardan Kaçınma	10 Yaş	111	213,66	8,292	**,040***
	11 Yaş	93	168,67		
	12 Yaş	96	193,17		
	13 Yaş	87	196,91		
Sportmenlik Toplam Puan	10 Yaş	111	205,97	5,912	,116
	11 Yaş	93	172,29		
	12 Yaş	96	205,34		
	13 Yaş	87	189,42		
	Toplam	387			

Katılımcıların yaş değişkenine ilişkin dağılımları incelendiğinde, negatif davranışlardan kaçınma alt boyutunda anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Diğer taraftan pozitif davranış sergileme ve ölçekten alınan ortalama puanlar ile beden eğitimi dersi sportmenlik davranışı alt boyutu arasında anlamlı farklılık görülmemektedir ($p>0,05$).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi ve spor derslerinde sergiledikleri sportmenlik davranışlarının genel olarak yüksek seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Kayışoğlu ve arkadaşları (2015) tarafından gerçekleştirilen araştırmada da ortaokul öğrencilerinin sportmenlik davranışlarının yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Karafil ve arkadaşlarının (2017), 10-15 yaş arası ortaokul öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada ise öğrencilerin orta düzeyde sportmenlik davranışı gösterdikleri ifade edilmiştir.

Yapılan çalışmada katılımcıların beden eğitimi dersi sportmenlik davranışı ölçeği ile cinsiyet değişkenine ilişkin dağılımlar incelendiğinde, negatif davranışlardan kaçınma ve ölçeğin toplam puanların arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Diğer taraftan pozitif davranış sergileme alt boyutu ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). Ölçekten alınan ortalama puanlar incelendiğinde ise kadınların erkeklerden daha fazla ortalama puana sahip oldukları görülmektedir. Efe (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, "spor karşılaşması öncesinde ve sonrasında geçerli olmak üzere, sportmenlik davranışları açısından cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilemediği belirtilmiştir. Certel ve arkadaşlarının (2022) Ortaokul öğrencilerinin cinsiyetlerine göre yapılan analiz sonucunda, uygun davranış sergileme ve uygunsuz davranıştan kaçınma alt boyutlarında, ayrıca sportmenlik ölçeğinin toplam puanında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında, kız öğrencilerin sportmenlik davranış puan ortalamalarının, erkek öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu farkın nedeni, çoğunlukla cinsiyet temelli sosyal beklentiler, sosyalleşme süreçleri ve spora katılım biçimlerindeki farklılıklarından dolayı kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmaya katılan bireylerin ebeveynlerinin ayrı veya birlikte olma durumuna ilişkin dağılımları incelendiğinde, pozitif davranış alt boyutunda anlamlı farklılık görülmektedir. Diğer taraftan ölçekten alınan ortalama puanlar incelendiğinde, ebevenyleri birlikte olan katılımcıların ayrı olanlara göre daha fazla puan ortalmasına sahip oldukları görülmektedir. Sülün ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmasında, katılımcıların medeni durumları ile sportmenlik yönelimleri arasında ki ilişki incelendiğinde rakibe saygı alt boyutunda anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir (Sülün ve ark.,2021). Bu kapsamda yapılan çalışma ile eş yönde bulguların olduğu söylenebilir. Böylece hem evli olan katılımcıların hem de ebeveynleri birlikte olan katılımcıların sportmenlik puanlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Evliliğin içerisinde çeşitli yönlerde sportmenlik davranışlarına benzer davranışların olması gerektiği ön görüldüğü düşünüldüğünde bu nedenle evli olan bireyler ile aileleri birlikte olan katılımcıların sportmenlik davranışları puanlarının daha yüksek çıktığı söylenebilir.

Katılımcıların lisanslı spor yapıyor olma durumuna ilişkin dağılımları incelendiğinde, negatif davranışlardan kaçınma alt boyutunda anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir. Diğer taraftan katılımcıların ölçekten aldıkları ortalama puanlar incelendiğinde lisanslı olarak spor yapmayan katılımcıların daha fazla puan ortalamasına sahip oldukları görülmektedir. Kural ve arkadaşlarının (2022) yapmış olduğu çalışmada, lisanlı olarak spor yapma durumuna ilişkin dağılımları incelendiğinde anlamlı farklılık görülmemektedir. Aynı zamanda düzenli spor yapma durumu ile sportmenlik davranışları arasında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir. Ortalama puanlar incelendiğinde ise eşit puanlara sahip oldukları görülmektedir. Kont ve arkadaşları (2024)'nın ortaokul ve lise öğrencilerinin sportmenlik davranışına ilişkin yapmış olduğu çalışmasında ise lisanslı sporcu olanlar ile lisanslı sporcu olmayanlar arasında anlamlı farklılığın olduğunu tespit etmişlerdir. Bu kapsamda lisanslı sporcu olanların sportmentlik davranışlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulguların yapılan çalışma ile zıt yönde olduğu söylenebilir. Bu durumun nedeni farklı örneklemler, farklı branşlar ile ilgilenenler veya farklı şehirlerde yapıldığından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir.

Katılımcıların yaş değişkenine ilişkin dağılımları incelendiğinde negatif davranışlardan kaçınma alt boyutunda anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir. Katılımcıların ölçekten aldıkları ortalama puanlar incelendiğinde ise 10 yaşında olan katılımcıların en yüksek ortalama puana sahip oldukları görülmektedir. Hacıcaferoğlu ve arkadaşlarının (2015) yapmış olduğu çalışmada, 8 sınıf öğrencilerinin sportmenlik davranışlar konusunda daha fazla duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmayla paralellik göstermediği söylenebilir. Sportmenlik çalışmalarının beden eğitimi derslerinde ilk ve ortaokul seviyesinde başlatılması gerektiği, geleceğin sporcusu, antrenörü, spor adamlarının bu kitle içinden çıkacağından dolayı önemli olduğu söylenebilir. Bu kapsam ki amaçlar, Türk Milli Eğitim sistemi içerisinde mevcuttur. Genç nesilin sportmence davranışlar gösterecek şekilde yetişirilmesi için gerekli çalışmaların başlatılması oldukça önemlidir (Yıldıran, 2002; Gürpınar, 2009; Koç, 2013). Bu bilgiler ışığında okul maçlarında veya altyapı çalışmalarında teşvik edici uygulamaların gerçekleştirilmesi gerektiği önerilebilir.

Araştırma sonuçları doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulabilir: Öğrencilerin sportmenlik davranışlarını geliştirmeleri adına özellikle öğretmenlere önemli sorumluluklar düşmektedir. Öğretmenlerin öncelikle sportmenlik kavramının anlamını iyi kavramaları ve öğrencilerine bu konuda örnek olmaları gerekmektedir. Bu amaçla, beden eğitimi öğretmenlerine hem lisans eğitim süreçlerinde hem de meslek hayatları boyunca hizmet içi eğitimler, kurslar ve seminerler düzenlenebilir. Sportmenlik kavramı ve onunla ilişkili olan değerler (empati, sabır, hoşgörü, saygı, adalet, etik davranış, dayanışma, dostluk, fedakârlık, dürüstlük, kardeşlik vb.) diğer derslerle de bütünleşik şekilde ele alınarak öğrencilere kazandırılabilir.

Beden eğitimi ve spor derslerinde "ne pahasına olursa olsun kazanma" düşüncesinin neden olduğu olumsuz durumların (haksızlık, şiddet vb.) önüne geçmek için öğretim programlarının yeniden gözden geçirilmesi ve düzenlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, sportmenlik davranışlarının kazandırılması sürecinde iş birliğine dayalı oyunlar ve etkinlikler büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, galibiyet ve mağlubiyet sonuçlarının eğitimsel yönü dikkate alınarak, öğrencilerin her iki durumu da sağlıklı bir şekilde kabul etmeleri desteklenmelidir. Bu tür etkinliklerin etkili şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin, öğrenciyi aktif katılıma teşvik eden öğretim yöntemleri konusunda özellikle iş birliğine dayalı öğretim yaklaşımları hakkında çeşitli yöntemlerle bilinçlendirilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

Açak, M. (2005). Beden eğitimi öğretmeninin el kitabı. Morpa Kültür Yayınları.

Altun, M., & Güvendi, B. (2019). Ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi ve spor dersi sportmenlik davranışlarının bazı değişkenlere göre incelenmesi. i-International Journal of Society Researches, 11(18), 2226–2240.

Başer, S. A. (2009). Öğretmen niteliklerinin beden eğitimi dersi alan öğrencilerin bu derse karşı olan tutumlarına etkisi (Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Durmuş, E., & Gürgan, U. (2003). Lise öğrencilerinin şiddet ve saldırganlık eğilimleri. VII. Ulusal Psikolojik Danışma ve Rehberlik Kongresi, Malatya.

Certel, Z., Bahadır, Z., & Çelik, B. (2020). Ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi dersi sportmenlik davranışları. Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi, 11(3), 231–244.

Ceylan, E. (2006). İlköğretim okullarında görev yapan sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi dersi ile ilgili bilgi, tutum ve uygulamaları (Konya ili örneği) (Yüksek lisans tezi, Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Drewe, B. S. (2000). The logical connection between moral education and physical education. Journal of Curriculum Studies, 32(4), 561–573.

Efe, Z. B. (2006). Okullar arası yarışmalara katılan 1. ve 2. kademe ilköğretim öğrencilerinin fair play davranışlarını sergileme sıklıkları [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

Engh, F. (2002). Why Johnny hates sports. Square One Publishers.

Güllü, M., Cengiz, Ş. Ş., Öztaşyonar, Y., & Kaplan, B. (2016). Ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi ve spor dersine ilişkin tutumlarının bazı değişkenlere göre incelenmesi (Şanlıurfa ili örneği). Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 1(2), 49–61.

Gürpınar, B. (2009). Basketbol ve futbol hakemlerinin karşılaştıkları sportmenlik dışı davranışlar ve bu davranışların çeşitli değişkenler açısından incelenmesi [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi].

Hacıcaferoğlu, S., Selçuk, M., Hacıcaferoğlu, B., & Karataş, Ö. (2015). Ortaokullarda işlenen beden eğitimi ve spor derslerinin, sportmenlik davranışlarına katkısının bazı değişkenler açısından incelenmesi. International Journal of Sport Culture and Science, 3(Special Issue 4), 557–566. https://doi.org/10.14486/IJSCS431

Karafil, A. Y., Atay, E., Ulaş, M., & Melek, C. (2017). Spora katılımın beden eğitimi dersi sportmenlik davranışları üzerine etkisinin araştırılması. CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 12(2), 1–11.

Kayışoğlu, N. B., Altınkök, M., Temel, C., & Yüksel, Y. (2015). Ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi dersi sportmenlik davranışlarının incelenmesi: Karabük ili örneği. International Journal of Social Sciences and Education Research, 1(3), 1044–1056.

Koç, M. (2004). Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme (Y. Rauf, Ed.). Temel kavramlar, öğretim hedefleri ve araç seçimi. Atlas Kitabevi.

Koç, Y. (2013). Beden eğitimi dersi sportmenlik davranışı ölçeği (BEDSDÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15(1), 96–114.

Koç, Y., & Karabudak, A. A. T. (2007). The relationship between sportsmanship level of secondary school students and their success regarding the religious culture and knowledge of ethics course. Educational Research and Reviews, 12(16), 754–761.

Kont, A. B., Aziret, Y., Çoknaz, U., & Çoknaz, H. (2024). Ortaokul ve lise öğrencilerin sportmenlik davranışlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. Eurasian Research in Sport Science, 9(2), 88–95.

Kural, S. (2022). Ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi ve spor dersine karşı tutumları ile sportmenlik davranışları sergileme düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre analiz edilmesi. Bartın University Journal of Educational Research, 6(1), 1–16.

Molina, P. (2003). Educacióesportiva ve esportivitat. Escola Catalana, 398, 22–24.

Pehlivan, Z., & Konukman, F. (2004). Fair-play kavramının geliştirilmesinde okul sporunun yeri ve önemi. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 2(2), 49–53.

Sülün, F., Susuz, Y. E., Kalemoğlu Varol, Y., & Çolakoğlu, F. F. (2021). Judo antrenörlerinin sportmenlik yönelimleri ile kişilik özellikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 15(2), 285–300.

Yapan, H. T. (2007). Spor ahlakı. Merkez Ofset.

Yıldıran, İ. (2002). Fair play kapsamı, Türkiye'deki görünümü ve geliştirme perspektifleri. 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi (27–29 Ekim 2002, Antalya).

Yunus, M. (2024). Beden eğitimi öğretmenlerinin teknoloji yeterliliği, öz-değerlendirme düzeyleri ile teknolojik pedagojik alan bilgisi yeterliliklerinin incelenmesi [Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi].

TÜRKİYE'DE ALKOL VE TÜTÜN ÜRÜNLERİNDE VERGİ KAYIP VE KAÇAKLARININ ÖNLENMESİNE YÖNELİK OLARAK GELİR İDARESİ BAŞKANLIĞI TARAFINDAN YÜRÜTÜLEN FAALİYETLER

ACTIVITIES CARRIED OUT BY THE REVENUE ADMINISTRATION FOR THE PREVENTION OF TAX LOSSES AND EVASION IN ALCOHOL AND TOBACCO PRODUCTS IN TURKEY

Fatih SARAÇOĞLU

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, Ankara, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5778-0488

Öner GÜMÜŞ

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Tavşanlı Meslek Yüksekokulu, Kütahya, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3231-3293

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerinde meydana gelen vergi kayıp ve kaçaklarının nedenlerini çok boyutlu bir perspektiften incelemek ve bu kayıpların önlenmesine yönelik olarak Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB) tarafından yürütülen faaliyetleri kapsamlı biçimde değerlendirmektir. Çalışma, vergilendirmenin mali ve mali olmayan amaçları çerçevesinde alkol ve tütün ürünlerine uygulanan ÖTV ve KDV'nin etkilerini analiz etmekte; yüksek vergi oranlarının kaçakçılık, kayıt dışı ekonomi ve toplumsal maliyetler üzerindeki rolünü sorgulamaktadır.

Araştırma, doküman analizi yöntemiyle yürütülmüş olup mevzuat metinleri, GİB'in 2024 yılı faaliyet raporu, TAPDK denetim verileri ve çeşitli akademik kaynaklar temel alınmıştır. Yasal düzenlemeler, saha denetimleri, teknolojik izleme sistemleri, fiili envanter çalışmaları ve uluslararası iş birliği verileri üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Vergisel düzenlemelerin toplum üzerindeki etkileri değerlendirilirken, ampirik bulgulara da yer verilerek politika analizine yön verilmiştir.

Çalışma sonucunda, yüksek vergi oranlarının vergi gelirlerini artırmakla birlikte, kaçakçılığı özendirdiği ve kayıt dışı ekonomiyi büyüttüğü tespit edilmiştir. GİB tarafından yürütülen faaliyetler; Ürün İzleme Sistemi (ÜİS), mobil denetim cihazlarıyla yapılan saha kontrolleri, vatandaş ihbarları, tüketici doğrulama uygulamaları ve fiili envanter analizleri gibi unsurları içermektedir. 2024 yılı boyunca yaklaşık 16 milyon ürün denetlenmiş, milyonlarca bandrolsüz veya sahte ürün ele geçirilmiştir. Ancak tüm bu çabalara rağmen, kaçak ürünlerin piyasadaki varlığı ve yüksek vergi oranlarının teşvik ettiği kayıt dışı faaliyetler devam etmektedir. Bu durum, sadece denetim değil, vergi politikalarının da yeniden yapılandırılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Alkol, tütün, vergi kayıp ve kaçakları, Gelir İdaresi Başkanlığı.

ABSTRACT

The main purpose of this study is to examine the causes of tax losses and evasion in alcohol and tobacco products in Turkey from a multidimensional perspective and to comprehensively evaluate the activities carried out by the Revenue Administration (RA) to prevent these losses. The study analyzes the effects of SCT and VAT on alcohol and tobacco products within the framework of fiscal and non-fiscal objectives of taxation and questions the role of high tax rates on smuggling, the informal economy, and social costs.

The research was conducted through document analysis and was based on legislative texts, the Revenue Administration's annual report for 2024, TAPDK audit data, and various academic sources. An assessment was made based on legal regulations, field inspections, technological monitoring systems, actual inventory studies, and international cooperation data. While evaluating the effects of tax regulations on society, empirical findings are also included to guide policy analysis.

The study concluded that while high tax rates increase tax revenues, they also encourage smuggling and increase the size of the informal economy. The activities carried out by the RA include the Product Monitoring System (PMS), field controls with mobile inspection devices, citizen notifications, consumer verification practices, and actual inventory analysis. Throughout 2024, approximately 16 million products were inspected, and millions of unauthorized or counterfeit products were seized. However, despite these efforts, the presence of contraband products on the market and informal activities encouraged by high tax rates persist. This situation calls for a restructuring of not only inspection but also tax policies.

Keywords: Alcohol, tobacco, tax losses and evasion, value added tax, Revenue Administration.

GİRİŞ

Vergilemenin mali amacına ulaşırken vergi ödeme gücü ilkesine uygun hareket edilmesi, vergilemenin rekabeti bozmayacak şekilde tarafsız olması ve istenmeyen ikame etkilerinin önlenmesi suretiyle sürdürülebilir bir vergi geliri elde edilmesi gerekmektedir (Turhan, 1998). Verginin mali olmayan amaçları ise ülkenin ürünlerini yabancı mallara karşı korumak, ekonomideki konjonktürel istikrarı gerçekleştirmek, işgücü potansiyelini artırmak, yatırımları ve teknolojik gelişmeleri teşvik etmek, gelir dağılımını daha adaletli hale getirmek gibi iktisadi ve sosyal amaçlardır. Sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanmasıyla birlikte toplum fertlerinin yaşam standartlarının da iyileştirilmesini ifade eden iktisadi kalkınmanın sağlanması bakımından gerekli yatırımların finanse edilmesinde de mali araçlarla birlikte vergilerden yararlanılmaktadır (Saraçoğlu, 2024).

Vergilemenin mali ve mali olmayan amaçları kapsamında alkol ve tütün ürünlerine de vergi uygulanması yoluna gidilmekte; ülkemizde de alkol ve tütün ürünlerinden ÖTV ve KDV alınmaktadır. KDV gibi genel tüketim vergilerinde, üretim sürecini ve gelir dağılımını bozmadan yüksek miktarda gelir sağlama amacı esasken, özel tüketim vergilerinde gelir sağlama amacının yanı sıra, sosyal faydası olmayan, hatta zararlı olduğu düşünülen bazı mal veya mal gruplarının vergilendirilmesi de amaçlanmakta; özel tüketim vergilerinden yönlendirici vergisel amaçların hayata geçirilmesi noktasında da bir araç olarak yararlanılmaktadır (Hayrullahoğlu, 2015; Taylar, 2010). İki verginin birlikte uygulanması ve oranlarının/tutarlarının da oldukça yüksek seviyelerde belirlenmiş olması söz konusu ürünlerde vergi yükünün oldukça yüksek gerçekleşmesine ve dolayısıyla kayıt dışı işlemlerin artışına, vergi kayıp ve kaçaklarına neden olmaktadır.

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarının nedenleri; yüksek vergi oranlarının yanı sıra sınır güvenliği, coğrafi konum ve denetim ve kontrol mekanizmalarındaki eksiklikler, organize suç örgütleri ve yeraltı ekonomisi, toplumsal algı ve farkındalık eksikliği, yasadışı üretim ve sahte ürünler ile yaptırımların caydırıcı nitelikte olmaması gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır.

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek amacıyla alınabilecek önlemler genel olarak; teknolojik takip ve denetim sistemlerinin geliştirilmesi, yasal düzenlemeler ve cezai yaptırımların etkinleştirilmesi, uluslararası işbirliğinin sağlanması, kamuoyu bilinçlendirme ve eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi, fiyat politikası ve vergi oranlarının gözden geçirilmesi biçiminde sıralanabilir.

Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerindeki vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek amacıyla yürütülen faaliyetler incelendiğinde de yasal düzenlemeler ve cezai yaptırımlar kapsamında Kaçakçılıkla Mücadele Kanunu, Tütün, Tütün Mamulleri ve Alkol Piyasasının Düzenlenmesine Dair Kanun, Gümrük Kanunu, Vergi Usul Kanunu (VUK) hükümlerinden; denetim ve kontrol mekanizmaları kapsamında gümrük kontrolleri, vergi denetimleri, TAPDK Denetimleri ve kriminal laboratuvarlardan söz edilebilir. Ayrıca teknolojik uygulamalar ve izleme sistemleri ile uluslararası iş birliği ve bilgi paylaşımına yönelik faaliyetler yürütülmektedir.

Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerindeki vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek amacıyla Gelir İdaresi Başkanlığı tarafından yürütülen faaliyetler de ürün izleme sistemi, saha denetimleri, tüketici katılımı ve teknolojik araçlar ile fiili envanter çalışmalarıdır.

Bu çalışmada alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarının nedenleri incelenecek; alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek için alınabilecek önlemlerin genel çerçevesi belirtilecek; daha sonra Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerindeki vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek amacıyla yürütülen faaliyetler hakkında bilgi verilecektir. Son kısımda ise bu amaçla GİB tarafından yürütülen faaliyetler açıklanacaktır.

ALKOL VE TÜTÜN ÜRÜNLERİNDE VERGİ KAYIP VE KAÇAKLARININ NEDENLERİ

Alkol ve tütün ürünleri, vergi kayıplarına ve kaçakçılığına en açık sektörlerden biridir. Bu durumun başlıca nedenleri; yüksek vergi oranları, denetim ve kontrol mekanizmalarındaki eksiklikler, organize suç örgütleri ve yeraltı ekonomisi, yasadışı üretim ve sahte ürünler, toplumsal algı ve farkındalık eksikliği ve yaptırımların caydırıcı olmaması olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yüksek Vergi Oranları

Tütün ve özellikle alkol kullanımının azalması için alkol fiyatlarının yükseltilmesi ve bu açıdan da vergilerden yararlanılması etkili olabilir. Bu doğrultuda alkole uygulanan yüksek vergiler, alkol tüketimini ve dolayısıyla alkol tüketiminin neden olduğu dışsal maliyetleri de azaltabilir (Koç & Koç, 2020).

Nitekim alkol ve tütün ürünlerinden KDV ve ÖTV alınmakta, bu gibi vergilerin de etkisiyle ürün fiyatları oldukça yüksek olmaktadır. Ancak yüksek fiyatlar ise özellikle düşük gelirli tüketicileri daha ucuz (ancak yasal olmayan) fiyatlı, vergisiz veya kaçak ürünlere/alternatiflere yönlendirmekte, bu durum kaçak ürün talebini artırmakta, kayıt dışı piyasanın büyümesine zemin hazırlamaktadır. Dolayısıyla kayıt dışı sektörlerdeki tüketim verilerinin net olarak bilinmemesi, vergilerin toplam kullanımı ne ölçüde azalttığını belirlemeyi zorlaştırmakta (Koç

& Koç, 2020) olup alkol ve tütün ürünlerinin tüketiminin vergiler ve fiyatları artırılarak azaltılması yerine başka yöntemlerin kullanılması daha etkili ve yararlı olacaktır. Bu açıdan kapalı mekanlarda tütün mamulleri kullanılması durumunda parasal cezalar uygulanması, 18 yaş altındaki çocuklara sigara ve alkol satışının yasaklanması, alkollü içkilerin ve sigaraların televizyon, radyo gibi iletişim araçlarında reklamlarının yapılması ve yayınlanmasının yasaklanması, sigara ve alkol tüketiminin zararları konusunda bilgilendirme çalışmaları yapılmasından söz edilebilir (Uğur vd., 2010).

Zira alkol ve tütün ürünleri üzerindeki yüksek vergi yükü, nihai satış fiyatının önemli bir kısmını oluşturmakta, bu durum, kaçakçılar için yüksek kar marjları sunmaktadır. Dolayısıyla alkol ve tütün ürünlerinin yasa dışı yollarla piyasaya sürülmesini cazip hale getirmektedir.

Konuya ilişkin bir araştırmada aylık alkollü içecek ödemesinin yüksek olduğu durumlarda kaçak alkollü içecek kullanım sıklığı ve tercihinin az olduğu, aylık alkollü içecek ödemesinin düşük olduğu durumlarda ise kaçak alkollü içecek kullanım sıklığı ve tercihinin arttırdığı sonucuna ulaşılmış; bu durum alkollü içecekler üzerindeki kaçakçılık faaliyetleri ile ilişkilendirilmiştir. Dolayısıyla alkollü içeceklerdeki ticari rant ve tüketim ilişkisini ayrıca incelemek gerekmekte olup bu ürünlere uygulanan özel tüketim vergilerinin neden olduğu fiyat artışları bazı kesimlerce ticari rant olarak değerlendirilmekte ve kaçakçılık faaliyetlerinin icra edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Çetin & Özkan, 2018).

Sınır Güvenliği, Coğrafi Konum ve Denetim ve Kontrol Mekanizmalarındaki Eksiklikler

Türkiye'nin uzun kara ve deniz sınırları ve bu sınırların kaçakçılık açısından hassasiyeti (özellikle İran, Irak, Suriye gibi ülkelere komşuluğu) kaçak alkol ve tütün ürünlerinin ülkeye girişini tamamen engellemeyi zorlaştırmakta, yasa dışı ticareti kolaylaştırmaktadır. Kara yolları, limanlar ve kırsal bölgelerde denetimin zor olması, gümrüklerdeki yetersiz denetimler veya teknolojik eksiklikler bu durumu tetikleyebilmektedir.

Kayıt dışı üretim, yasa dışı imalathaneler veya kaçak yollarla ülkeye giren ürünlerin takibinin zorluğu, üretimden nihai tüketiciye kadar olan aşamalardaki denetim eksiklikleri de vergi kaybına yol açabilmektedir.

Öte yandan sahte bandrol kullanımı veya bandrolsüz ürün satışı, yasal yollarla üretilen ürünlerin vergilendirilmeden piyasaya sürülmesine neden olabilmekte; teknolojiye dayalı takip sistemlerinin yetersizliği veya etkin kullanılamaması bu tür kaçakçılığı artırabilmektedir.

Organize Suç Örgütleri ve Yeraltı Ekonomisi

Alkol ve tütün kaçakçılığı genellikle uluslararası organize suç örgütleri tarafından yürütülmektedir. Bu örgütler, çok gelişmiş, karmaşık ve çok özel aygıt ve işlemlerle kaçakçılık yöntemleri kullanarak ürünleri farklı ülkelerden temin edip dağıtım ağları kurabilir.

Bu örgütler, kaçakçılık faaliyetlerinin başarılı olması için ülke içinde bağlantılar kurabilir, kamu görevlileri veya iş dünyasındaki kişilerle iş birliği içinde olabilir. Sonuçta denetim mekanizmalarının zayıflamasına ve kaçakçılığın kolaylaşmasına neden olabilir.

Toplumsal Algı ve Farkındalık Eksikliği

Vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesinde özellikle toplumun bu tür olayları algılama şekli önem taşımaktadır. Toplumun bazı kesimlerinde vergi kaçakçılığının önemsiz bir suç olarak görülmesi ve devletin uğradığı zararın önemsenmemesi nedeniyle bu tür kayıp ve kaçaklara

tolerans gösterilebilir. Böyle bir yaklaşım biçimi ise, alkol ve tütün ürünlerinin kaçak yollarla alım satımını meşrulaştırabilir.

Toplumsal algının doğru yönlendirilebilmesi ve toplumsal farkındalığın artırılabilmesi bakımından genel olarak alkol ve tütün ürünlerinin ve bu tür kaçak ürünlerin sağlık açısından taşıdığı olumsuzluklar ve risklerin tam ve doğru biçimde anlatılması gerekmektedir. Aksi takdirde ucuz ürün arayışında olan tüketiciler alkol ve tütün ürünlerinin kontrolsüz ve insan sağlığı için tehlikeli risklerine karşı açık hale gelecek ve yeterli toplumsal farkındalık yeterli düzeyde oluşmayacaktır.

Yasadışı Üretim ve Sahte Ürünler

Alkol ve tütün ürünlerindeki yüksek vergi yükü nedeniyle ortaya çıkan yüksek fiyatlar, kayıt dışı ve yasadışı üretim yapan firmaların ortaya çıkmasına ve vergi ödemeksizin sahte ya da kalitesiz alkol ve tütün ürünlerini piyasaya sürmelerine neden olabilir.

Öte yandan düşük gelirli bireyler, fiyatları yüksek olan yasal çerçevede üretilmiş ürünler yerine daha ucuz kaçak ürünleri tercih edebilir. Genel olarak vergi adaletsizliği ve ödenen vergilerin kamu hizmeti olarak kendilerine dönmediği düşüncesinde olan toplum kesimleri kaçak ürün kullanımına yöneldiğinde vergi kayıpları ortaya çıkabilir.

Yaptırımların Caydırıcı Nitelikte Olmaması

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarına uygulanan cezaların caydırıcı nitelikte olmaması ve/veya yasal süreçlerin uzun sürmesi, bu tür faaliyetlerde bulunanların duyarsızlaşmasına ve aynı eylemleri tekrarlamasına yol açabilir.

Yasal mevzuatın karmaşık olması veya denetim elemanlarının ve denetimlerin yetersizliği, cezaların etkin bir şekilde uygulanmasını engelleyebilir.

ALKOL VE TÜTÜN ÜRÜNLERİNDE VERGİ KAYIP VE KAÇAKLARINI ÖNLEMEK AMACIYLA YÜRÜTÜLEN FAALİYETLERİN GENEL ÇERÇEVESİ

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçakları, bireysel ve toplum sağlığı açısından zararlarının yanı sıra haksız rekabete yol açarak yasal üreticilere zarar verebilecek ve devletin vergi gelirlerini olumsuz etkileyebilecektir. Dolayısıyla bu kayıp ve kaçakların önlenmesi için çok yönlü ve kapsamlı stratejiler uygulanması gerekmektedir. Bu açıdan genel olarak teknolojik takip ve denetim sistemleri oluşturulabilecek, yasal düzenlemeler gözden geçirilerek ve cezai yaptırımlarda etkinlik sağlanabilecek, uluslararası işbirliği sağlanabilecek, kamuoyunu bilinçlendirme ve eğitim stratejileri izlenebilecek, fiyat politikası ve vergi oranları gözden geçirilebilecektir.

Teknolojik Takip ve Denetim Sistemleri

Teknolojik takip ve denetim sistemleri kapsamında bandrol sistemlerinin güvenliği artırılabilir, takip sistemlerinin güçlendirilmesi yoluna gidilebilir. Böylece alkol ve tütün ürünlerinde her ürünün kayıtlı bir üretim ve dağıtım zincirine sahip olması sağlanabilir.

Bandrollü ürünleri takip etmek amacıyla kurulacak takip sistemi ve karekod uygulamasıyla ürünlerin üretiminden nihai tüketiciye ulaşana kadar her aşamada takip edilmesi sağlanarak ürünlerin yasal çerçevede olup olmadığı sorgulanabilir ve kaçak ürünlerin tespiti kolay biçimde

mümkün olabilir. Kaçak ve/veya sahte bandrollerin tespiti amacıyla tüketicilerin kullanabileceği mobil doğrulama uygulamaları geliştirilebilir.

Takip sistemleri arasında akıllı etiketler veya radyo frekansı ile tanımlama teknolojisi de kullanılarak ürünlerin hareketleri gerçek zamanlı olarak izlenip yasa dışı faaliyetlerin önlenmesine çalışılabilir.

Veri analizi ve risk değerlendirmesi yapılabilir. Bu şekilde toplanan veriler yapay zeka destekli sistemlerle analiz edilerek kaçakçılık riskinin yüksek olduğu bölgeler, ürünler veya dağıtım kanalları belirlenip denetimlerin daha etkin bir şekilde yönlendirilmesi sağlanabilir.

Yasal Düzenlemeler ve Cezai Yaptırımlar

Vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesi bakımından, vergi kaçakçılığı yaptığı tespit edilenlere yönelik cezaların artırılması, tekrarlanan suçlarda daha ağır yaptırımlar uygulanması ve yargı süreçlerinin hızlandırılması potansiyel suçlular açısından caydırıcı etki yaratabilir.

Üretim, ithalat, dağıtım ve satış aşamalarındaki firmaların lisans süreçlerinin sıkılaştırılması ve düzenli denetimlerle yasalara uygun hareket edip etmediklerinin kontrol edilmesi de vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesinde yararlı olabilir.

Bunların yanı sıra ihbar mekanizmasından güvenli ve etkili biçimde yararlanılabilir. Kaçakçılık faaliyetlerini ihbar edenlere yönelik güvenli ve etkili ihbar mekanizmalarının oluşturulması, ihbarcıların kimliklerinin korunması ve teşvik edilmesi, bilgi akışını artırarak vergi kayıp ve kaçaklarıyla mücadelede kolaylık sağlayabilir.

Uluslararası İşbirliği

Vergi kaçakçılığı açısından uluslararası ağlardan da yararlanılabileceği için Sınır Ötesi İşbirliği sağlanması yararlı olabilir. Bu çerçevede komşu ülkelerle gümrük birimleri, istihbarat servisleri ve kolluk kuvvetleri arasında bilgi paylaşımı ve operasyonel işbirliği sağlanması büyük önem taşımaktadır.

Alkol ve tütün kaçakçılığını önlemeye yönelik uluslararası anlaşmaların imzalanması ve bu anlaşmalara uyulması, küresel çapta vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesinde yararlı olacaktır.

Ayrıca kaçakçılığın yoğun olduğu sınır bölgelerinde teknolojik imkanlardan yararlanılarak dronlar, sensörler, termal kameralar ile izleme yapılması; yerel halk ile işbirliği yapılması, askeri ve gümrük personelinin koordinasyonunun artırılması yoluna gidilebilir.

Kamuoyu Bilinçlendirme ve Eğitim

Vergi kayıp ve kaçaklarının önlenebilmesi bakımından kamuoyunun bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Nitekim bazı ampirik çalışmalar, tütün ve alkol ürünleri üzerine salınan vergilerin daha yüksek eğitim düzeyinde daha fazla desteklendiğini göstermiştir[1]. Bu açıdan kaçak alkol ve tütün ürünlerinin insan sağlığına zararları olduğu, vergi kaybına neden olduğu ve bunun kamu hizmetleri açısından etkileri, terör ve organize suçlara finansman sağladığı anlatılmalıdır. Bu kapsamda televizyon, internet ve sosyal medya yoluyla farkındalık

[1] Bu bağlamda Türkiye'de yapılan araştırma neticeleri daha farklı sonuçlar ortaya koymuş; hem tütünlü ürün hem de alkollü içecek vergilerinin daha düşük eğitim seviyesinde daha çok desteklendiğini açığa çıkartmıştır. Bu bilgilerden hareketle farklı ülke ve kültürlerde eğitim değişkenine göre vergisel tepkilerin farklı sonuçlar meydana getirdiği ifade edilebilir (detaylı bilgi için bkz. Gergerlioğlu, 2014).

kampanyaları düzenlenebilecektir. Böylece kaçak ürün kullanımı azaltılarak vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesi bakımından da fayda sağlanabilir.

Topluma verilecek bilgilendirme ve eğitimin yanı sıra gelir idaresi personeline, gümrük çalışanlarına ve kolluk kuvvetleri personeline kaçakçılıkla mücadele konusunda düzenli eğitimler verilmesi, bilgi ve becerilerini geliştirecek imkanlar sunulması gerekmektedir.

Fiyat Politikası ve Vergi Oranları

Vergi kayıp ve kaçaklarıyla mücadele açısından yasal satış noktalarının artırılması, özellikle düşük gelirli gruplar açısından indirim ve sosyal teşvik uygulamalarıyla yasal ürünlere erişim kolaylaştırılabilir. Aşırı yüksek vergi oranları, kaçakçılığı cazip hale getirebileceğinden vergi oranlarının piyasa dinamikleri ve kaçakçılık riskleri göz önünde bulundurularak optimize edilmesi önemlidir.

Alkol ve tütün ürünlerinin piyasa fiyatlarının düzenli olarak takip edilmesi de kaçak ürünlerin yaygınlığı ve vergi kaçakçılığıyla mücadele açısından yararlı olacaktır.

Sonuç itibariyle vergi kayıp ve kaçaklarıyla mücadele sadece cezai yaptırımlarla sürdürülmeye çalışılmamalı; teşvik politikaları, bilinçlendirme eğitimleri ve teknolojik takip geniş bir yelpazede değerlendirilmelidir. Öte yandan söz konusu önlem ve politikalar kararlılıkla sürdürülmelidir.

TÜRKİYE'DE ALKOL VE TÜTÜN ÜRÜNLERİNDE VERGİ KAYIP VE KAÇAKLARINI ÖNLEMEK AMACIYLA YÜRÜTÜLEN FAALİYETLER

Genel Çerçeve

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesi bakımından yurttaşların kaçak ürünlerin zararları ve tespiti konusunda bilinçlendirilmesi öncelik taşımakta olup böylece söz konusu ürünlere talep azaltılabilecektir. Ancak bu tek başına yeterli değildir. Dolayısıyla Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerindeki vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek için çok yönlü bir mücadele yürütülmektedir. Söz konusu önlemlerin tamamı, alkol ve tütün ürünlerindeki vergi kaybı ve kaçakçılığını en aza indirmeyi, halk sağlığını tehdit eden sahte ve kaçak ürünlerin piyasadan çekilmesini sağlamayı ve kamu gelirlerini korumayı hedeflemektedir. Bu mücadele, yasal düzenlemelerden teknolojik uygulamalara, denetimlerden uluslararası iş birliğine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

Bu kısımda Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerindeki vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek için yürütülen faaliyetlerin genel çerçevesi ortaya konulacak, ardından GİB tarafından yürütülen faaliyetler incelenecektir.

Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerindeki vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek için yürütülen faaliyetler oldukça kapsamlıdır. Bu çerçevede yasal düzenlemeler ve cezai yaptırımlardan, denetim ve kontrol mekanizmalarından, teknolojik uygulamalar ve izleme sistemlerinden, uluslararası iş birliği ve bilgi paylaşımından söz edilebilir.

Yasal Düzenlemeler ve Cezai Yaptırımlar

Yasal düzenlemeler kapsamında öncelikle 5607 Sayılı Kaçakçılıkla Mücadele Kanunu gelmektedir. Bu Kanunun temel amacı; kaçakçılıkla ilgili fiilleri, bunlara uygulanacak

yaptırımları ve kaçakçılığın önlenmesi, izlenmesi ile soruşturulmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir. Kanun kapsamında, kaçakçılık suçlarının tanımları ile bu suçlara karşı öngörülen cezai hükümler ayrıntılı şekilde düzenlenmiştir. Kanun kapsamında alkollü içkiler, tütün ve tütün mamullerinin de kaçak yollarla ülkeye sokulması ve piyasaya sürülmesini engellemek, bu ürünlerin ticaretini önlemek için cezai yaptırımlar öngörülmektedir.

Tütün, tütün mamulleri ve alkol piyasasına ilişkin bir diğer yasal düzenleme ise 4733 sayılı Kanundur. Bu Kanun ile Türkiye'de tütün, tütün ürünleri ve alkolün üretimi ile iç ve dış ticaretine yönelik usul ve esasların belirlenmesi ve piyasaya ilişkin düzenleyici çerçevenin oluşturulması amaçlanmaktadır.

Kanunda alkol ve tütün ürünlerine ilişkin olarak yürütülecek çalışmalar ve cezai hükümlere yer verilmiştir. Bu çerçevede üretim, ithal, ihraç, alım - satım, işleme, depolama, tesislerin kurulması, teknik kontrol, ürün güvenliğini sağlamak amacıyla diğer kamu kurum ve kuruluşlarıyla işbirliği içinde yürütülecek çalışmalar, piyasa güvenliğinin tesisi için alınacak tedbirler konularında düzenlemelere yer verilmiştir.

4458 sayılı Gümrük Kanunu'nda, konuya ilişkin düzenlemeler vardır. Bu Kanunun temel amacı, Türkiye Gümrük Bölgesine giriş ve çıkış yapan eşya ve taşıtlara uygulanacak gümrük kurallarını belirlemektir. Kanun kapsamında; kişilerin hak ve yükümlülüklerine dair düzenlemeler, gümrük vergileri ile eşya ticaretine yönelik önlemlerin uygulanması, taşıtların denetimi, gümrük bölgesine getirilen eşyanın gümrükçe onaylanmış işlem veya kullanıma tabi tutulmasına kadar geçecek süreçte uygulanacak kurallar, ayrıca gümrük işlemleri, gümrük yükümlülüğünün doğması, idari yaptırımlar, itiraz yolları ve özel gümrük işlemleri gibi birçok konu ayrıntılı şekilde ele alınmıştır.

Yasal düzenlemeler çerçevesinde, Vergi Usul Kanunu (VUK) hükümleri de dikkate değerdir. Bu bağlamda özellikle VUK'un 359/d maddesi öne çıkmaktadır. Söz konusu hüküm, 4733 sayılı Kanun kapsamındaki piyasalarda, vergi güvenliğini sağlamak amacıyla kullanılmasına zorunluluk getirilen özel etiket ve işaretleme sistemlerine ilişkin düzenlemeler içermektedir. Bu sistem aracılığıyla ürünlerin etiketlenmesi ya da işaretlenmesi ve bu bilgilere ilişkin verilerin oluşturulan veri merkezine aktarılması gerekmektedir. Fiziksel ya da bilişim yoluyla bu sisteme müdahale eden, verilerin elektronik ortamda Hazine ve Maliye Bakanlığına ulaşmasını engelleyen ya da bilgilerin gerçeğe aykırı biçimde iletilmesine neden olan kişiler, üç yıldan sekiz yıla kadar hapis cezasıyla cezalandırılmaktadır.

Denetim ve Kontrol Mekanizmaları

Denetim ve kontrol mekanizmaları kapsamında gümrük kontrolleri, vergi denetimleri, TAPDK Denetimleri ve kriminal laboratuvarlardan söz edilebilir.

Gümrük kontrolü; Türkiye Gümrük Bölgesi ile diğer ülkeler arasında taşınan eşyaların giriş, çıkış, transit geçiş, nakliyesi, nihai kullanımı ile serbest dolaşımda olmayan malların durumunu düzenleyen gümrük ve ilgili diğer mevzuatın doğru bir şekilde uygulanmasını sağlamak amacıyla gümrük idareleri tarafından gerçekleştirilen işlemler bütünüdür. Bu kapsamda; eşya muayenesi, gümrük beyannamesi ve ona bağlı elektronik ya da yazılı belgelerin doğruluğunun denetlenmesi, işletmelerin hesap ve kayıtlarının incelenmesi, taşıma araçlarının, yolcu bagajlarının ve kişilerin yanlarında veya üzerlerinde bulundurdukları eşyaların kontrolü gibi işlemler ile gerektiğinde yapılan resmî araştırmalar ve benzeri uygulamalar gümrük kontrolünün içeriğini oluşturmaktadır. Bu kontroller çerçevesinde ülkeye kaçak alkol ve tütün girişini engellemek için sınır kapılarında ve iç bölgelerde operasyonlar düzenlemektedir. Gümrük yetkililerinin yetkilendirilmiş yükümlü statüsüne sahip şirketlerin ticari sistemlerine çevrim içi erişimi sağlanarak denetim etkinliği artırılmaktadır.

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesine yönelik denetim ve kontrol mekanizmaları kapsamında vergi denetimleri de önem taşımaktadır. Vergi denetimi, mükelleflerin işlemlerinin ilgili mevzuata uygun olup olmadığının kontrolü, vergi sisteminin etkinliğinin ve vergi uyumunun sağlanması amacıyla yapılan denetimlerdir. Vergi denetimlerinde kayıt dışılığı önlemek amacıyla saha denetimleri ve fiili envanter sayımları gerçekleştirilmekte; mevzuata aykırılıkları, vergi kayıp ve kaçaklarına neden olduğu tespit edilen mükellefler vergi incelemesine alınmaktadır.

Diğer bir denetim mekanizması Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu (TAPDK) tarafından yürütülen denetimlerdir. TAPDK'nin temel işlevleri; tütün, tütün ürünleri, alkol ve alkollü içkilere ilişkin piyasa faaliyetlerinin düzenlenmesi ve denetlenmesinin yanı sıra, bu maddelerin tüketiminden doğabilecek olumsuz etkilerin önlenmesine yönelik çalışmalar yürütmektir. Bu doğrultuda, TAPDK tarafından alkol ve tütün ürünlerinin kalite standartları, güvenlik koşulları ve vergi mevzuatına uygunlukları denetlenmekte; bu ürünlerin satışının yapıldığı işletmelerin ruhsat durumları, fiziksel koşulları, asgari teknik ve hijyenik gereklilikleri ile satışa sunulan ürünlerin yasal düzenlemelere uygunluğu kontrol edilmektedir.

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kaybı ve kaçakçılığın önlenmesine yönelik denetim ve kontrol süreçleri kapsamında, kriminal laboratuvarlar da aktif bir rol üstlenmektedir. Gümrük Müsteşarlığı (günümüzde Ticaret Bakanlığı) tarafından, kaçakçılık faaliyetlerinin önlenmesi, izlenmesi ve incelenmesi amacıyla kurulan bu laboratuvarlar, yasa dışı ürünlerin tespiti ve analizinde kritik bir işlev görmektedir.

Teknolojik Uygulamalar ve İzleme Sistemleri

Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerindeki vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek için yürütülen faaliyetler arasında teknolojik uygulamalar ve izleme sistemleri de önem taşımaktadır. Bu kapsamda Bandrollü ürün izleme ve takip sistemi, GİB ve TAPDK logolu bandroller ve dijital izlemeden söz edilebilir.

Bandrollü Ürün İzleme Sistemleri; sahte ve kaçak alkollü içki ve tütün mamullerini tespit etmek için kullanılan sistemlerdir.

Tütün Mamulleri, Makaron, Yaprak Sigara Kâğıdı ve Alkollü İçkilerde Ürün İzleme Sistemi Uygulama Genel Tebliğine göre, "Ürün İzleme Sistemi"; Vergi Usul Kanunu'nun mükerrer 257. maddesi doğrultusunda vergi güvenliğini sağlamak amacıyla oluşturulmuş bir sistem olup, ürünlerin özel etiket ve işaretlerle etiketlenmesi ya da işaretlenmesi, bu etiketli ürün bilgilerine ilişkin verilerin merkezi bir sisteme aktarılması ve sahada özel denetim cihazları aracılığıyla denetim yapılmasına olanak tanıyan uygulamaların bütününü ifade etmektedir (Resmi Gazete, 2020).

Alkol ve tütün ürünlerinde bandrol uygulaması kullanılmaktadır. Bandrol; Tütün Mamulleri, Makaron, Yaprak Sigara Kağıdı ve Alkollü İçkilerde Ürün İzleme Sistemi Uygulama Genel Tebliği kapsamında özel etiket ve işaret kullanma zorunluluğu getirilen ürünlerin üzerine yapıştırılacak olan taklit edilemez nitelikteki, açık güvenlik unsurları çıplak gözle, gizli güvenlik unsurları özel denetim cihazlarıyla tespit edilebilir özelliklere sahip olan kıymetli damga niteliğindeki kağıttır.

Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB) tarafından 2007 yılında hayata geçirilen "Tütün Mamulleri, Makaron, Yaprak Sigara Kâğıdı ve Alkollü İçkilerde Ürün İzleme Sistemi", ilgili Uygulama Genel Tebliği çerçevesinde Bandrollü Ürün İzleme Sistemleri (BÜİS) aracılığıyla yürütülmekte olup, bu sistemin işletimi Darphane ve Damga Matbaası Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmekte ve GİB'e hizmet sunulmaktadır.

Ürün İzleme Sistemi kapsamında izlemeye tabi olan ürün gruplarına,

- ❖ Her türlü yerli ve ithal tütün mamulleri, makaron, sigara kağıdı, alkollü içki ve fıçı bira ürünleri ‘bandrol’,
- ❖ Seri üretim tesislerinde üretilen ihraç sigaralar, iç piyasa üretimi şişe ve kutu ambalajlı bira ürünlerine ‘kod’,
- ❖ Seri olmayan üretim tesislerinde üretilen veya ithal edilen aynı mahiyetteki bira ürünlerine ‘kodlanmış etiket’,

uygulanarak, bu ürünler kayıt altına alınmaktadır (Darphane ve Damga Matbaası Genel Müdürlüğü, 2025).

Bu sayede sahte - kaçak alkollü içki ve tütün mamullerine karşı güçlü mücadele yürütülebilmekte ve vergi gelirleri koruma altına alınmaktadır.

Alkollü ve tütün ürünlerinde kullanılan bandroller, açık ve gizli güvenlik özellikleri sayesinde taklit edilemez ve özel kodları ile takip edilebilir yapıdadır. Tüketiciler de SMS, web sitesi veya mobil uygulamalar aracılığıyla bandrol üzerindeki seri numarasını sorgulayarak ürünün orijinalliğini kontrol edebilir.

Kod ve kodlanmış etiket uygulamaları ise yukarıda belirtildiği üzere Ürün İzleme Sistemi kapsamında izlemeye tabi olan ürün gruplarına, kod ve kodlanmış etiket de uygulanarak bu ürünler kayıt altına alınmaktadır.

Tütün Mamulleri, Makaron, Yaprak Sigara Kâğıdı ve Alkollü İçkilerde Ürün İzleme Sistemi Uygulama Genel Tebliği’ne göre, “Kod”; bu Tebliğ kapsamında özel etiket ve işaret kullanımı zorunlu kılınan bira ürünlerinde kullanılan, bandrole hukuki geçerlilik kazandıran ve güvenlikli mürekkep ile oluşturulan harf ve/veya rakamlardan oluşan işareti ifade eder. “Kodlanmış Etiket” ise, yine aynı şekilde hukuki geçerliliğe sahip olup, üzerine ilgili kod basılmış biçimde bira ürünlerine uygulanan etikettir.

Seri üretim tesislerinde üretilen ihraç sigaralar, iç piyasa üretimi şişe ve kutu ambalajlı bira ürünlerine ‘kod’; seri olmayan üretim tesislerinde üretilen veya ithal edilen aynı mahiyetteki bira ürünlerine ‘kodlanmış etiket’ uygulanarak bu ürünler kayıt altına alınmaktadır.

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarını önlemek amacıyla dijital izleme imkanlarından da yararlanılmaktadır. Dijital izleme, etkileşim odaklı platformlarda; bireyler, kurumlar veya markalara dair söylemlerin takibidir. Kamu kurumları, dark web pazarları ve kripto pazarlar gibi yasa dışı ticaretin yapılabileceği alanları etkili bir şekilde izlemektedir.

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarıyla mücadele kapsamında bir başka uygulama “Alkol Ticaret Platformu” (ATİP)’dur. ATİP sistemi, etil alkol ticaretinin kesintisiz şekilde izlenebilmesi ve kayıt dışı faaliyetlerin önlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu sistem üzerinden, etil alkol ticareti yapma yetkisine sahip gerçek ve tüzel kişiler, e-Devlet portalı aracılığıyla yalnızca sahip oldukları yasal yetkiler çerçevesinde işlem gerçekleştirebilecektir. Sistem dışında kalan ve yetkisiz biçimde alkol ticareti yapan taraflar ise, lisans iptali dâhil olmak üzere ağır yaptırımlarla karşı karşıya kalacaktır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Bu sistemle sahte alkollü içki üretimi ve yasa dışı üretimden kaynaklanan can kayıplarının önüne geçilmesi, yasa dışı alkollü içki üretimiyle mücadele, etil alkol üretim ve ithalat miktarının elektronik ortamda tespiti, ürünün yurt içindeki fiziki sevkiyatı ile ürünün piyasa arz zinciri içindeki hareketinin elektronik ortamda izlenmesi ve kayıt altına alınması hedeflenmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Uluslararası İş Birliği ve Bilgi Paylaşımı

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarıyla mücadele kapsamında uluslararası iş birliği ve bilgi paylaşımı da önem taşımaktadır. Bu çerçevede uluslararası anlaşmalar, mali eylem görev grubu (FATF) tavsiyeleri ve sınır ötesi iş birliğinden söz edilebilir.

Türkiye, kara paranın aklanması konusunda tarafı olduğu uluslararası anlaşmaları ve iç mevzuatını etkili bir şekilde uygulamaktadır.

Kara paranın aklanmasının önlenmesine yönelik Mali Eylem Görev Grubu (FATF) tavsiyeleri, yasa dışı ticaretle mücadelede etkin bir şekilde uygulanmaktadır. Mali Eylem Görev Gücü (FATF), 1989 yılında üye ülkelerin bakanları tarafından kurulan hükümetler arası bir yapıdır. FATF'in temel misyonu; kara para aklama, terörizmin finansmanı, kitle imha silahlarının yayılmasının finansmanı gibi tehditlerle mücadeleye yönelik standartlar oluşturmak ve bu alanlarda yasal, düzenleyici ve operasyonel önlemlerin etkin şekilde hayata geçirilmesini desteklemektir. Ayrıca FATF, uluslararası finansal sistemin suistimal edilmesini engellemek amacıyla diğer uluslararası aktörlerle iş birliği içinde çalışmakta ve ülkelerin ulusal düzeydeki yapısal zayıflıklarını belirlemeye odaklanmaktadır (Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2021).

Uluslararası iş birliği ve bilgi paylaşımı, kaçakçılıkla mücadelede önemli bir rol oynamakta; ortak operasyonlar ve uluslararası anlaşmalar ile suçluların sınır ötesi faaliyetleri engellenmeye çalışılmaktadır.

Ülkeler, kara para aklama, terörizmin finansmanı ve kitle imha silahlarının yayılmasının finansmanıyla etkin mücadele edebilmek için; politika yapıcılar, mali istihbarat birimi, kolluk kuvvetleri, denetim otoriteleri ve ilgili diğer kurumlar arasında hem politika geliştirme hem de operasyonel düzeyde iş birliğini sağlayacak etkili mekanizmalar oluşturmalıdır. Bu mekanizmalar, ilgili kurumların faaliyetlerinin ülke genelinde uyumlu ve koordineli şekilde yürütülmesini temin etmeli; ayrıca söz konusu yükümlülüklerin, kişisel verilerin korunması, gizlilik, veri güvenliği ve yerelleştirme gibi yasal düzenlemelere uygun olarak yerine getirilmesini de garanti altına almalıdır (Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2021).

GİB Tarafından Yürütülen Faaliyetler

Vergi oran ve tutarları, beklenen hasılatın sağlanması ve istenilen etkilerin yaratılması bakımından önemli bir maliye politikası aracıdır. Bu açıdan vergilemenin mali olmayan amaçlarının da dikkate alındığı düşünülebilirse de mali amacın ön planda olduğu değerlendirilmektedir. Zira alkol ürünlerinde vergi yükü %44-%55 aralığında iken tütün mamullerinden sigarada %80 ve hatta üzerinde olduğu görülmekte, dolayısıyla mali amacın ön planda olduğu düşüncesi doğrulanmaktadır.

Bu nedenle düzenlemeler yapılırken vergilemenin mali amacın yanında mali olmayan amaçlarının da dikkate alınması gerekmektedir. Aksi halde istenilmeyen sonuçlarla karşılaşılması söz konusu olabilecektir.

Alkol ve tütün ürünlerinde yüksek vergiler kaçakçılığın artması, işlemlerin kayıt dışına kaydırılması ve kayıt dışı ekonominin büyümesi, gelir dağılımı eşitsizliklerinin derinleşmesi, yasal üreticilere ve perakendecilere yönelik olumsuzluklar, halk sağlığı açısından riskler ve kamu sağlık politikalarının başarısızlığı, toplumsal açıdan istenilmeyen olaylarla karşılaşılması (sahte alkol kullanımı sonucunda ortaya çıkan olumsuzluklar) dolayısıyla toplumsal güven ve devlete olan güvenin zedelenmesi gibi sorunlardan söz edilebilir.

Yüksek vergi yükü alkol ve tütün ürünlerinin fiyatlarını artırmakta ve özellikle düşük gelir gruplarını kaçak ürünlere yönlendirmektedir. Yüksek vergiler, yasa dışı ürünleri cazip hale

getirmekte; sigara ve alkolde kaçak ürün kullanımı artmaktadır. Özellikle sınır bölgelerinde ve kırsalda kaçak sigara tüketiminin yaygınlaşması; kaçak ürünlerin içeriğinin denetlenememesi halk sağlığını tehlikeye soktuğu gibi, devlet açısından da vergi kaybına neden olmaktadır. Bu açıdan yüksek vergi yükünün gözden geçirilmesi gerekmekte, aynı zamanda vergi kayıp ve kaçaklarıyla mücadele yollarına başvurulmaktadır.

Alkol ve tütün sektöründe vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesine yönelik olarak GİB tarafından kapsamlı bir dizi faaliyet yürütmektedir. Bu faaliyetler, ÜİS, saha denetimleri, fiili envanter çalışmaları ve tüketici katılımı ve teknolojik araçlarla desteklenmektedir.

GİB'in belirtilen kapsamlı faaliyetleri vergi güvenliğini sağlamayı ve vergi yükünün adaletli bir şekilde dağılımını hedeflemektedir.

Ürün İzleme Sistemi (ÜİS)

GİB, tütün mamulleri, makaron, yaprak sigara kağıdı ve alkollü içkiler sektörlerinde faaliyet gösteren üretici veya ithalatçı firmaların takibini ÜİS aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Bu sistem, ürünlerin bandrol, kod veya kodlanmış etiketler aracılığıyla takip edilmesini sağlamakta ve vergi kayıp ve kaçağını önlemeyi hedeflemektedir. Sistem, mükelleflerin vergi matrahlarına ulaşmak için teknolojik imkanları kullanmakta ve ürünlerin üretim ve ithalat süreçlerini izlemektedir.

Vergi kayıp ve kaçağının önlenmesine yönelik olarak vatandaşlardan internet üzerinden ve telefon aracılığıyla VİMER üzerinden alınan ihbar bildirimleri alınarak ilgili birimlere yönlendirilmekte; yurt genelinde yaygın ve yoğun vergi denetimleri yapılmaktadır. Bu çerçevede tütün mamulleri ve alkollü içkilere yönelik olarak ülke çapında yaygın ve yoğun bandrol denetimleri yapılmakta, söz konusu denetimlerde mobil denetim cihazları da kullanılmaktadır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Bu çerçevede GİB'in 2024 Yılı Faaliyet Raporu'nda performans bilgilerine, alt program hedef ve göstergeleriyle ilgili gerçekleme sonuçları ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

Ürün İzleme Sistemi (ÜİS), Vergi Usul Kanunu'nun mükerrer 257. maddesi kapsamında Hazine ve Maliye Bakanlığı'na tanınan yetkiye dayanılarak, vergi güvenliğinin sağlanması amacıyla Gelir İdaresi Başkanlığı tarafından tütün mamulleri, makaron, yaprak sigara kâğıdı ve alkollü içki sektörlerinde faaliyet gösteren üretici ve ithalatçılara yönelik olarak uygulanan bir izleme mekanizmasıdır. Başka bir ifadeyle, ÜİS; vergi kayıp ve kaçağını önlemeyi, böylece vergi yükünün daha adil ve dengeli biçimde dağıtılmasını hedeflemekte olup, mükelleflerin vergi matrahlarının tespitinde teknolojik olanaklardan yararlanarak söz konusu ürünlerin bandrol, kod ya da kodlanmış etiketler aracılığıyla izlenmesine dayanmaktadır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Bu sistem kapsamındaki denetimler, defterdarlıklara bağlı özel eğitimli bandrol denetim ekiplerince mobil denetim cihazları da kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmektedir.

"Tütün Mamulleri ve Alkollü İçkilere Yönelik Gerçekleştirilen Bandrol Denetimlerinde Denetlenen Ürün Sayısı"na ilişkin veriler aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 1. Tütün Mamulleri ve Alkollü İçkilere Yönelik Gerçekleştirilen Bandrol Denetimlerinde Denetlenen Ürün Sayısı

Ölçü Birimi	Önceki Dönem Gerçekleşme		Hedeflenen Gösterge Değeri	Gerçekleşme						
	Yılı	Değeri		I. Çeyrek	II. Çeyrek	III. Çeyrek	IV. Çeyrek	Yıl Sonu	Gerçekleşme Oranı	Gerçekleşme Durumu
Adet	2023	19.436.098	15.200.000	3.085.185	1.924.443	4.361.189	6.838.519	16.209.336	106,64	Hedeflenen Değer Aşıldı

Kaynak: Gelir İdaresi Başkanlığı: **2024 Faaliyet Raporu,** Yayın No: 560, Şubat 2025, s. 52.

Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB) tarafından vergi güvenliğini temin etmek amacıyla, 2024 yılında Ürün İzleme Sistemi (ÜİS) kapsamındaki denetimler, mobil denetim cihazları aracılığıyla kesintisiz şekilde yürütülmüştür. Yıl boyunca gerçekleştirilen bu denetim faaliyetleri sonucunda, belirlenen yıl sonu hedef değerinin üzerine çıkılmıştır. Ancak ilgili tablodan da görülebileceği üzere, 2023 yılı için hedeflenen denetim sayısı 19.436.098 iken, 2024 yılı gerçekleşme değeri 16.209.336 olarak kaydedilmiştir. Her ne kadar 2024 yılı için belirlenen gösterge hedefi olan 15.200.000 aşılmış olsa da, bu değer önceki yıla kıyasla 3.226.762 adet daha düşük bir gerçekleşmeye işaret etmektedir.

Vergi denetimlerinin temel hedefi, gönüllü vergi uyumunu teşvik etmek ve kayıt dışı ekonomiyle etkin şekilde mücadele etmektir. Bu doğrultuda, ülke genelinde kesintisiz biçimde yaygın ve yoğun, sektörel bazlı ve veri temelli denetim faaliyetleri yürütülmüş; elde edilen sonuçlar doğrultusunda vergi mevzuatına aykırı davranışlarda bulunduğu belirlenen mükellefler hakkında gerekli yaptırımlar uygulanmıştır. 2024 yılı içinde, denetim planlamasında zorunluluk arz eden bazı gelişmeler ve belirli sektörlerde artan riskler nedeniyle zaman zaman odak değişiklikleri yaşansa da, kayıt dışılıkla mücadeleye katkı sağlanması hedeflenmeye devam edilmiştir (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Saha Denetimleri

GİB, kayıt dışı ekonomiyle mücadele kapsamında saha denetimlerine de önem vermektedir. 2024 yılında, ÜİS kapsamında "bandrol denetimleri" konusunda gerçekleştirilen saha denetimlerinin sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Tablo 2. ÜİS Çerçevesinde Gerçekleştirilen Saha Denetimlerinin Sonuçları

Denetime Katılan Aylık Ortalama Personel Sayısı	Bandrollü Ürünlere Yönelik Olarak Mükellefler Nezdinde Yapılan Denetim Sayısı	Kesilen Özel Usulsüzlük Cezası Tutarı (TL)	Tütün Mamulleri ve Alkollü İçkilere Yönelik Bandrol Denetimlerinde Denetlenen Ürün Sayısı Toplamı	Savcılığa Bildirilen Mükellef Sayısı
283	24.915	29.475.323	16.209.336	3.687

Savcılığa Bildirilen Ürünlerin Nev'i					
Alkollü İçki (Şişe)			Tütün Mamulleri (Paket)		
Bandrolsüz Ürün	Taklit Bandrollü Ürün	Niteliğine Uygun Olmayan (Yanıltıcı) Bandrollü Ürün	Bandrolsüz Ürün	Taklit Bandrollü Ürün	Niteliğine Uygun Olmayan (Yanıltıcı) Bandrollü Ürün
9.936	710.820	34.459	1.044.537	133.488	3.210

2024 yılı içerisinde Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB) tarafından toplam 16.209.336 adet tütün mamulü ve alkollü içki denetime tabi tutulmuştur. Denetimler sonucunda, bandrolsüz, sahte

bandrollü veya yanıltıcı bandrollü olduğu belirlenen 1.181.235 paket tütün mamulü ile 755.215 şişe alkollü içki kolluk kuvvetlerine bildirilmiş ve bu kapsamda adli süreçler başlatılmıştır. Aynı dönem içerisinde 682.394.078 adet makaron da denetlenmiş; bu ürünlerden 115.157.809 adedinin bandrolsüz, taklit ya da yanıltıcı bandrollü olduğu tespit edilerek ilgili kolluk birimlerine iletilmiş ve yargı sürecinin başlatılması sağlanmıştır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Öte yandan, İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Kaçakçılık ve Organize Suçlarla Mücadele Başkanlığı'nın koordinasyonunda, Gelir İdaresi Başkanlığı'na bağlı özel eğitimli bandrol denetim ekiplerinin de katılımıyla, yasadışı tütün mamulü ve alkollü içki kaçakçılığı ile sahteciliğine karşı Türkiye genelinde 81 ilde eş zamanlı operasyonlar gerçekleştirilmiştir. 26 Aralık 2024 tarihinde yapılan bu operasyonlar kapsamında; 44.796 litre etil alkol, 14.613 litre sahte alkol, 10.391 adet sahte bandrol, 5.347 adet alkol aroması ile çok sayıda boş şişe ve etiket ele geçirilmiştir. Ayrıca, yasa dışı üretim yapan 12 sahte alkol imalathanesi ortaya çıkarılmış ve yaklaşık 74 milyon TL tutarındaki vergi kaybı engellenmiştir (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Tüketici Katılımı ve Teknolojik Araçlar

GİB, tüketicilerin denetim süreçlerine aktif katılımını sağlamak amacıyla BÜİS uygulamasını geliştirmiş olup bu uygulama, tüketicilerin satın aldıkları ürünlerin bandrollerini kısa mesaj veya internet sitesi aracılığıyla sorgulamaları imkanı sunmaktadır.

Gelir İdaresi Başkanlığı tarafından Ürün İzleme Sistemi (ÜİS) kapsamında geliştirilen Bandrollü Ürün İzleme Sistemi (GİB BÜİS) uygulaması aracılığıyla, tüketicilerin denetim süreçlerine aktif biçimde katılımı sağlanmakta ve satın aldıkları ürünlerin üzerindeki bandrolleri kontrol edebilme olanağı sunulmaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen mobil uygulama, Apple Store ve Google Play platformları üzerinden indirilebilmekte; ürün üzerindeki bandrol bilgileri kısa mesaj yoluyla ya da www.buis.com.tr internet sitesi üzerinden sorgulanabilmektedir. Ayrıca, Mart 2022 itibarıyla kullanılmaya başlanan yeni nesil bandrollerin doğrulanmasına yönelik olarak Darphane ve Damga Matbaası Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen BÜİS mobil uygulaması da tüketiciler tarafından aktif şekilde kullanılmaya devam etmektedir (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Bunlara ek olarak, Gelir İdaresi Başkanlığı'na yapılan bandrol, kod ve/veya kodlanmış etiket talepleri; firmaların mevcut stok durumları, geçmiş dönemlerde temin ettikleri bandrol/kod miktarları, üretim kapasiteleri, aylık üretim hacimleri, mamul ve yarı mamul stok seviyeleri ile satış verileri dikkate alınarak analiz edilmekte ve yalnızca onaylanan miktarlarla sınırlı olacak şekilde değerlendirilmektedir. Ayrıca, mükelleflerin özel tüketim vergisi (ÖTV) ve katma değer vergisi (KDV) borç durumları da değerlendirme sürecinde dikkate alınmaktadır. Ürün izleme faaliyetleri çerçevesinde 2024 yılı boyunca toplam 2.028 analiz çalışması gerçekleştirilmiş ve ilgili firmaların bandrol, kod ve kodlanmış etiket talepleri bu doğrultuda incelenmiştir (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Fiili Envanter Çalışmaları

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarıyla mücadele açısından fiili envanter çalışmaları da yapılmaktadır. Bu çalışmalar stokların gerçek durumunu belirlemeye ve kayıt dışı faaliyetleri tespit etmeye yöneliktir.

ÜİS kapsamında faaliyet gösteren firmaların denetimine yönelik yürütülen analiz ve değerlendirme çalışmaları doğrultusunda, 2024 yılı içerisinde toplam 137 adet incelemeye sevk, fiili tespit ve yoklama gibi idari işlem uygulanmıştır. Bu kapsamda; firmaların ticari

faaliyetlerinin devamlılığı, ellerindeki bandrol ve bandrollü ürün stokları, Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu (GTİP) bilgileri, ürünlerin gramaj, hacim, pul veya rulo tipi gibi özelliklerine göre stok miktarları, önceki dönemlerde temin edilen bandrol sayıları, üretim kapasiteleri, mamul ve yarı mamul stok düzeyleri ile geçmiş dönem üretim ve satış verileri analiz edilmiştir. Ayrıca, vergiye gönüllü uyum düzeyleri de dikkate alınarak, firmaların risk profillerini ortaya koyan ve puanlama esasına dayanan raporlar hazırlanmıştır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Tütün mamulleri, makaron, yaprak sigara kağıdı ve alkollü içkilerde kullanılmakta olan özel etiket ve işaretleri basmakla yükümlü olan ve Darphane ve Damga Matbaası Genel Müdürlüğü gözetiminde faaliyette bulunan yetkili firmada oluşan mamul ve yarı mamul firelerinin tespit ve imhası amacıyla adı geçen Genel Müdürlük ile koordinasyon içerisinde 12 defa fire tespit ve imha çalışması yapılmıştır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Ayrıca Vergi Denetim Kurulu (VDK) tarafından da alkol ve tütün sektörüne yönelik fiili envanter çalışmaları yapılmaktadır. VDK tarafından vergi kayıp ve kaçağının önlenmesi amacıyla yapılan risk analiz çalışmaları neticesinde, tütün ve alkol sektörlerinde faaliyet gösteren mükelleflerden riskli olduğu değerlendirilen mükelleflerin adreslerinde fiili envanter çalışmaları icra edilmiştir (Vergi Denetim Kurulu Başkalığı, 2024).

Bu kapsamda;

- Şarap imal eden riskli mükelleflerin 22 ilde bulunan 89 adresinde,
- Tütün ve makaron sektöründe faaliyet gösteren riskli mükelleflerin 8 ilde bulunan 26 adresinde

fiili envanter çalışması icra edilmiştir.

Fiili envanter yapılan mükellefler hakkında yapılan risk analiz ve değerlendirme çalışmaları sonrasında riskli olduğu değerlendirilen mükellefler partiler halinde incelemeye sevk edilmiştir (Vergi Denetim Kurulu Başkalığı, 2024).

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesine yönelik olarak çok önemli faaliyetler yürütülmekle birlikte; bandrolsüz, taklit bandrollü ve yanıltıcı bandrollü tütün mamulü, makaron ve alkollü içki sayıları; el konulan yasadışı etil alkol, sahte alkol, sahte bandrol, alkol aroması, boş şişe ve etiket miktarları ve yasadışı sahte alkol imalathaneleri olayın korkunç, endişeye ya da paniğe neden olan durumunu gözler önüne sermektedir.

Dolayısıyla denetimler her ne kadar başarılı biçimde yürütülse de alkol ve tütün ürünlerinde vergi yükünün düşürülmesinin zorunluluk arz ettiği belirtilebilir.

SONUÇ

Alkol ve tütün ürünlerinde meydana gelen vergi kayıp ve kaçakları, yalnızca kamu maliyesi açısından değil, aynı zamanda halk sağlığı, piyasa düzeni ve kamu güvenliği bakımından da önemli bir sorun oluşturmaktadır. Türkiye'de bu soruna karşı yürütülen mücadele çok boyutlu bir yapıya sahiptir ve ulusal düzeyde yasal, teknolojik ve idari önlemleri uluslararası düzeyde de işbirliğini içeren stratejik bir çerçeveye oturtulmuştur. Bu çerçevede; bandrollü ürün izleme sistemleri, dijital denetim araçları, yasal düzenlemeler, saha denetimleri, fiili envanter çalışmaları, kamuoyu bilinçlendirme faaliyetleri ve tüketici katılımını teşvik eden uygulamalar etkili biçimde hayata geçirilmiştir.

Vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesine yönelik olarak GİB başta olmak üzere ilgili kurumlar tarafından yürütülen faaliyetler, teknolojik altyapıların kullanımının artırılması ve denetim süreçlerinin dijitalleşmesi sayesinde önemli bir kurumsal kapasite inşasına olanak sağlamıştır.

Bununla birlikte elde edilen veriler, mevcut sistemlerin tüm çabalara rağmen kaçakçılık ve sahtecilikle mücadelede mutlak başarı sağlamakta yetersiz kaldığını göstermektedir. Bandrolsüz, sahte veya yanıltıcı bandrollü ürünlerin piyasadaki varlığı ve yasa dışı üretim faaliyetlerinin sürmesi, özellikle yüksek vergi oranlarının kaçakçılığı teşvik eden önemli bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır.

Dolayısıyla, alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarının azaltılmasında sadece denetim ve ceza uygulamalarına değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyolojik dinamiklere odaklanan kapsamlı politika süreçlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle vergileme politikalarının gözden geçirilmesi, kaçakçılığı cazip hale getiren yüksek vergi yüklerinin toplumsal ve ekonomik etkilerinin dikkatle analiz edilmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda, vergi politikalarının hem mali hem de mali olmayan amaçlarla dengeli biçimde kurgulanması; denetim mekanizmalarının ise teknolojik gelişmelerle desteklenerek sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Çetin M & Özkan E. Türkiye'de vergi-tüketim ilişkisi: Alkol ve tütün ürünlerine yönelik bir saha araştırması. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* 2018; 21(40):284.

Darphane ve Damga Matbaası Genel Müdürlüğü. *Ürün İzleme Sistemi (ÜİS).* https://www.darphane.gov.tr/uis. Erişim Tarihi: 26 Mayıs 2025.

Gelir İdaresi Başkanlığı. *2024 Faaliyet Raporu.* Yayın No:560. Ankara, Türkiye: Gelir İdaresi Başkanlığı; Şubat 2025.

Gergerlioğlu U. Tütünlü ürün ve alkollü içecek vergilerinin tutumlar üzerindeki etkilerinin eğitim faktörü perspektifinde ampirik analizi (İstanbul ili örneği). *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi.* 2014; (21):65.

Hayrullahoğlu B. Türkiye'de tütün mamulleri ve alkollü içkilerde özel tüketim vergisinin başarısı. *Journal of Life Economics.* 2015; 2(2):90.

Hazine ve Maliye Bakanlığı. *FATF Tavsiyeleri 2012.* https://ms.hmb.gov.tr/uploads/sites/12/2021/02/FATF-Tavsiyeleri-2012.pdf. Yayın Tarihi: 2021. Erişim Tarihi: 27 Mayıs 2025.

Koç ÖE & Koç N. Alkol tüketimi ile alkol üzerinden alınan özel tüketim vergisi ilişkisinin incelenmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi.* 2020; 18(3):225.

Resmi Gazete. *11 Eylül 2020 tarihli ve 31241 Sayılı Resmi Gazete.* Ankara, Türkiye: T.C. Cumhurbaşkanlığı; 2020. Erişim Adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/09/20200911.htm. Erişim Tarihi: 26.05.2025.

Saraçoğlu F. *Vergi Teorisi ve Politikası.* Ankara: Hızır Kitabevi; 2024.

Tarım ve Orman Bakanlığı. *Sahte Alkol Kaynaklı Can Kayıplarının Önüne Geçmeyi Hedefleyen Elektronik Alkol Takip Sistemi Devrede.* https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/6342/Sahte-Alkol-Kaynakli-Can-Kayiplarinin-Onune-Gecmeyi-Hedefleyen-Elektronik-Alkol-Takip-Sistemi-Devrede. Yayın Tarihi: 4 Mart 2021. Erişim Tarihi: 27 Mayıs 2025.

Taylar Y. Vergi teorisi açısından özel tüketim vergileri ve Türk özel tüketim vergisi uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi.* 2010; 12(Özel Sayı): 440-445.

Turhan S. *Vergi Teorisi ve Politikası.* İstanbul: Filiz Kitabevi; 1998.

Uğur AA, Akdemir, E & Gürsel E. Sigara ve alkol üzerindeki dolaylı vergilerin sağlık harcamaları üzerindeki etkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi.* 2010; 2(1):5.

Vergi Denetim Kurulu Başkanlığı. *Faaliyet Raporu 2024.* Ankara, Türkiye: Strateji, Faaliyet İzleme ve Koordinasyon Şube Müdürlüğü; 2024.

TÜRKİYE'DE ALKOL VE TÜTÜN ÜRÜNLERİNDEN ALINAN VERGİLERİN ETKİLERİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

EVALUATIONS ON THE EFFECTS OF TAXES ON ALCOHOL AND TOBACCO PRODUCTS IN TURKEY

Prof. Dr. Fatih SARAÇOĞLU

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Beril SARAÇOĞLU

Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de alkol ve tütün ürünleri üzerinden alınan Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) ve Katma Değer Vergisinin (KDV) ekonomik, sosyal ve sağlık politikaları üzerindeki etkilerini çok yönlü olarak değerlendirmektir. Vergi politikasının sadece mali amaçlarla değil, kamu sağlığını koruma gibi sosyal hedeflerle de ilişkilendirildiği bu bağlamda, yüksek vergi oranlarının toplum üzerindeki ikincil etkileri de analiz edilmektedir.

Çalışmada öncelikle alkol ve tütün ürünlerine uygulanan ÖTV ve KDV sistematik biçimde açıklanmış; ilgili yasal dayanaklar ve vergileme yöntemleri incelenmiştir. 2025-2027 yıllarına ilişkin vergi gelirleri, ürün bazlı vergi yükleri ve üretim-iç satış-ihracat verileri tablolarla analiz edilmiştir. Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı, TÜİK ve 2025 yılı Bütçe Gerekçesi gibi kaynaklardan elde edilen güncel veriler ışığında karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca tüketim alışkanlıkları ve hanehalkı harcama kalıpları üzerinden dolaylı vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkisi sorgulanmıştır.

Elde edilen bulgular, alkolde % 44- % 55, tütün ürünlerinde ise % 78- % 84 düzeyine ulaşan vergi yüklerinin çok yüksek olduğunu göstermektedir. Bu yüksek oranlar kaçakçılığı arttırmakta, kayıt dışı ekonomiyi büyütmekte ve halk sağlığını tehdit eden sahte ürün kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Ayrıca düşük gelirli bireylerin oransal olarak daha fazla vergi yükü taşıdığı, bu durumun gelir dağılımını bozduğu ve sosyal adaleti zedelediği tespit edilmiştir. Yasal üretici ve perakendecilerin kayıt dışı ürünlerle rekabet edememesi nedeniyle sektörde daralma ve iş gücü kaybı yaşandığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla alkol ve tütün ürünlerinde yüksek vergiler kaçakçılığın artması, kayıt dışı ekonominin büyümesi, gelir dağılımı eşitsizliklerinin derinleşmesi, kamu sağlık politikalarının başarısızlığı, toplumsal güven ve devlete olan güvenin zedelenmesi gibi sorunlara yol açabilecektir. Sonuç olarak, sadece mali değil sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği de gözeten daha dengeli bir vergi politikasına ihtiyaç duyulduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Alkol, tütün, Özel Tüketim Vergisi, Katma Değer Vergisi, Vergi yükü.

ABSTRACT

The main objective of this study is to evaluate the effects of Special Consumption Tax (SCT) and Value Added Tax (VAT) on economic, social, and health policies in Turkey from multiple perspectives. In this context, where tax policy is associated not only with fiscal objectives but also with social objectives such as protecting public health, the secondary effects of high tax rates on society are also analyzed.

Firstly, SCT and VAT on alcohol and tobacco products are systematically explained, and the relevant legal bases and taxation methods are analyzed. Tax revenues, product-based tax burdens, and production-domestic sales-export data for the years 2025-2027 are analyzed in tables. A comparative assessment was made in the light of current data obtained from sources such as the Tobacco and Alcohol Department, TurkStat, and the Budget Justification for 2025. In addition, the impact of indirect taxes on income distribution is analyzed based on consumption habits and household expenditure patterns.

The findings show that tax burdens are very high, reaching 44%-55% for alcohol and 78%-84% for tobacco products. These high rates increase smuggling, boost the informal economy, and promote the use of counterfeit products that threaten public health. It was also found that low-income individuals bear proportionally higher tax burdens, which distorts income distribution and undermines social justice. Legal producers and retailers are unable to compete with unregistered products, leading to contraction in the sector and loss of labor force. Therefore, high taxes on alcohol and tobacco products may lead to problems such as increased smuggling, growth of the informal economy, deepening income inequalities, failure of public health policies, and damage to social trust and confidence in the state. As a result, a more balanced tax policy that takes into account not only fiscal but also social and economic sustainability is needed.

Keywords: Alcohol, tobacco, special consumption tax, value added tax, tax burden.

GİRİŞ

Verginin temel amacı kamu giderlerinin gerektirdiği finansman kaynaklarının elde edilebilmesi olup bunun yanında ekonomik istikrarsızlıklarla mücadele, ekonomik kalkınmanın sağlanması ve gelir dağılımının daha adaletli hale getirilebilmesi gibi amaçlarla da vergileme yoluna gidilmektedir. Günümüzde vergi gelirleri ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeylerine göre değişmekle birlikte, toplam kamu gelirlerinin %70-%90 arasındaki bir kısmını oluşturmaktadır.

Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerinden özel tüketim vergisi (ÖTV) ve katma değer vergisi (KDV) alınmakta gerek iki verginin birlikte uygulanması gerekse oranlarının yüksek olması vergi yükünün çok yüksek düzeylere ulaşmasına neden olmaktadır.

Her iki verginin de uygulanması çeşitli gerekçelere dayandırılarak açıklanabilecek olmakla birlikte, ortaya çıkan vergi yükü birtakım sorunları da beraberinde getirmektedir.

Bu çalışmada öncelikle alkol ve tütün ürünlerinden alınan vergilerden özellikle ÖTV'nin amaçları ve gerekçeleri açıklanacaktır. Ardından alkol ve tütün ürünlerinde vergi yükünün oluşumu ortaya konulacaktır. İzleyen kısımda Türkiye'de alkol ve tütün ürünlerinden alınan vergilerin toplam vergi hasılatı içindeki yeri analiz edilecektir. Son kısımda ise alkol ve tütünden ürünlerinden alınan verginin yüksek olmasının sonuçları incelenecek ve değerlendirilecektir.

ALKOL VE TÜTÜN ÜRÜNLERİNDEN ÖTV VE KDV ALINMASININ NEDENLERİ

Verginin mali amacı, devletin gerçekleştirmek durumunda olduğu kamu hizmetlerinin gerektirdiği finansman kaynaklarını sağlamak iken; bu temel amacın yanı sıra mali olmayan amaçlar (iktisadi ve sosyal) da söz konusudur. Bu amaçlar kapsamınsa alkol ve tütün ürünlerine de vergi uygulanması yoluna gidilmektedir. Şöyle ki, mali amaç yanında halk sağlığını korumak, örneğin tütün ve alkollü içkilerin tüketimini azaltmak, uyuşturucu maddelerin üretim ve tüketimi etkilemek amaçlarıyla vergileme yoluna gidilebilmektedir.

Belirtilen çerçevede ülkemizde de alkol ve tütün ürünlerinden ÖTV ve KDV alınması yoluna gidilmektedir. Bu açıdan genel bir tüketim vergisi olan KDV yanında ÖTV uygulaması konusunda özellikle şu hususlar dikkat çekmektedir.

Özel tüketim vergileri, vergilendirme uygulamalarına karşı oluşabilecek tepkileri azaltma bakımından, genellikle diğer vergi türlerine göre daha uygun bir yöntem olarak değerlendirilir (Kukuş, 2010: 73). ÖTV uygulamasının temel nedenleri, pratikte tahsilatının kolay olması, toplumsal düşünceler ve adalet düşüncesiyle lüks malları vergilendirme arzusu, istenmeyen yan etkileri olan malların tüketimini sınırlama arzusudur (Johansen, 1971). Başka bir deyişle genellikle idarenin gelir toplama ihtiyacından hareketle, kolay tahsil edilebilmesi, kolay uygulanabilen bir vergi olması ve tüketicilerin harcama kalıplarını etkileyebilmesi nedeniyle ÖTV tercih edilmektedir (Dorukkaya & Ülgen, 2003). Ayrıca ÖTV; vergide yararlanma ilkesine uygunluk sağlamak, artan oranlılığın gerçekleştirilmesi, idari güçlükleri aşmak, bazı malların tüketimini kısmak, çevre kirliliğini önlemek gibi amaçlarla uygulanabilmektedir.

ÖTV konusu incelendiğinde; alışkanlık verici maddeler, lüks mallar, sürümü yüksek olan mallar ve zorunlu tüketim maddelerinin vergi kapsamına alındığı görülmektedir. Alkol, tütün gibi alışkanlık verici maddeler üzerinden alınan kullanımı düzenleyici ÖTV, vergi konusuna giren malların tüketilmesinin topluma ekstra bir maliyet getiriyor olmasına dayandırılabilir.

Vergilemeden yüksek hasılat amaçlandığında fiyat değişmelerine daha az duyarlı mallar, popülizme uygun mallar, sosyal faydaları düşük ya da zararlı malların tüketiminin caydırılması amacıyla vergi uygulanmaktadır (Özyer, 2002). Alkol ve tütün ürünleri de bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde, düşük kişi başına gelir, tarım sektörünün ekonomideki büyük payı ve yaygın kayıt dışı faaliyetler gibi etkenler, vergi gelirlerinin yeterli düzeyde toplanmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca vergi bilincinin oturmamış olması ve gelir idaresinin teknik kapasitesinin sınırlı kalması da bu durumu pekiştirmektedir. Bu bağlamda, mükelleflerin vergiye karşı daha az direnç göstermesine neden olan "mali anestezi" etkisi, dolaylı vergilerin – özellikle de ÖTV'nin – tercih edilmesini beraberinde getirmekte; çünkü bu vergiler hem kısa sürede gelir sağlaması hem de idari açıdan daha az maliyetli olmasıyla öne çıkmaktadır (Durmuş, 2002; Bradford, 2000).

Bu gerekçeler doğrultusunda, Özel Tüketim Vergisi; vergiden yararlanma ilkesine uygunluk sağlamak, vergi yükünün artan oranlı şekilde dağılmasını temin etmek, idari zorlukları dikkate alarak belirli ürünleri vergilendirmek, topluma düşük fayda sağlayan ya da zararlı kabul edilen malların tüketimini azaltmak, çevresel kirliliği önlemek, bazı yasal düzenlemelerin uygulanmasını kolaylaştırmak, ekonomik kriz veya savaş dönemlerinde kıt kaynakların kullanımını sınırlandırmak ve Avrupa Birliği mevzuatıyla uyum sağlamak amacıyla uygulanmaktadır (Edizdoğan, 1981).

ÖTV uygulama gerekçesi ister mali ister idari ya da sosyal nitelikte olsun, hem olumlu hem de olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bu verginin istenen yararları sağlayabilmesi için, öncelikle hangi ürünler üzerine uygulanacağı dikkatle seçilmeli ve uygulama buna uygun şekilde planlanmalıdır. Aynı şekilde, vergi oranlarının da mükelleflerde tepki yaratmayacak düzeyde

belirlenmesi önemlidir. Aksi halde, sadece gelir elde etmeye yönelik yüksek oranlı vergilendirme, beklenen faydaları sağlamaktan uzak kalabilir. Özellikle yüksek vergiler, vergi kaçakçılığını teşvik edebilir ve vergiye karşı direnci artırabilir. Miktar temelli vergi sistemlerinde ise, ekonomik dalgalanmalara göre vergi tutarlarının sürekli olarak güncellenmesi gerekir. ÖTV'nin bazı olumlu yönleri olmakla birlikte, bu vergi türü; vergi yükünün adil dağılmaması, idari zorluklar, tüketici tercihlerini bozması ve vergilendirilmiş sektörler arasında kaynakların dengesiz dağılması gibi nedenlerle eleştirilere konu olmaktadır (Çolak, 2006).

ALKOL VE TÜTÜN ÜRÜNLERİNDE VERGİNİN HESAPLANMASI VE VERGİ YÜKÜ

Türkiye'de ÖTV kapsamına giren ve kanuna ekli listelerde yer alan malların; teslimi, ilk iktisabı, ithalatı, ÖTV uygulanmadan önce müzayede yoluyla satışı verginin konusunu oluşturmaktadır (ÖTVK md. 1/1).

ÖTV tek aşamalı bir tüketim vergisi olup vergi konusuna giren mallar sadece bir kez vergiye tabi tutulmakta; tesliminde, ilk iktisabında veya ithalinde ÖTV ödenen malların daha sonraki teslimlerinde tekrar vergi uygulanmayacaktır.

ÖTV kapsamına sadece ÖTV Kanunu'na ekli listelerde belirtilen mallar girmektedir. Alkol ve tütün ürünleri ÖTV Kanunu'na ekli III sayılı listede yer almaktadır.

III sayılı liste de "A" ve "B" cetvellerinden oluşmaktadır. "A" cetvelinde meyve suları, sular (mineral sular ve gazlı sular dahil) ve alkolsüz diğer içecekler, sade, meyveli ve kolalı gazozlar, alkolsüz biralar, alkollü içkiler gibi ürünler yer alırken; "B"cetvelinde purolar, sigaralar, sigarillolar, çiğnenen veya enfiye olarak kullanılan tütün ürünleri, makaronlar yer almaktadır.

III sayılı listede yer alan mallar için verginin konusu, bunların ithali, imal ya da inşa edenler tarafından teslimi ve ÖTV uygulanmadan önce müzayede yoluyla satışıdır (ÖTVK md. 1/1-c ve d).

ÖTV, kapsamına giren mallar açısından maktu ya da nispi esaslı olarak uygulanmaktadır. ÖTV Kanunu'nun vergileme ölçüleri ve verginin matrahının açıklandığı 11. maddesine göre III sayılı listenin (A) cetvelindeki mallar için asgari maktu vergi tutarları ile (B) cetvelindeki mallar için asgari maktu vergi ve maktu vergi tutarları;

- (A) cetvelindeki mallardan, 2203.00 G.T.İ.P. numaralı mallar [malttan üretilen biralar] için bir litredeki her bir alkol derecesi, 22.04, 22.05 (2205.10.90.00.12 hariç) [taze üzüm şarabı, vermut ve diğer taze üzüm şarapları (alkol derecesi hacim itibariyle %22'den fazla olanlar hariç)] ve 2206.00 G.T.İ.P. numaralı mallar [fermente edilmiş diğer içkiler] için her bir litre, diğer mallar için içerdiği alkolün her bir litresi itibariyle,
- (B) cetvelindeki mallar için asgari maktu vergi tutarları perakende satışa sunulan sigaraların ve makaronların birim ambalajı içinde yer alan her bir sigara veya her bir makaron, diğer tütün mamullerinin birim ambalajı içindeki mamulün her bir gramı itibariyle, maktu vergi tutarları ise 20 adet sigaradan, 50 adet makarondan veya 50 gram tütünden oluşan birim ambalaj itibariyle (Birim ambalajların farklı adet veya gramdan oluşması halinde vergi tutarı, anılan adet veya grama göre oranlanarak hesaplanır.),

uygulanır.

III sayılı listedeki mallar [(B) cetvelindekiler hariç] için verginin matrahı; bunların teslimi, ilk iktisabı ve ithalinde, hesaplanacak ÖTV hariç, KDV matrahını oluşturan unsurlardan oluşmaktadır (ÖTVK md. 11/3).

(III) sayılı listenin (B) cetvelindeki mallar (tütün mamullerinde) ÖTV'nin matrahı, bu mamullerin nihai tüketicilere perakende satış fiyatı olarak belirlenmiştir (ÖTVK md. 11/4).

(III) sayılı listenin (A) cetvelindeki mallar için asgari maktu vergi tutarlarına göre hesaplanacak vergi tutarından az olmamak üzere yalnızca nispi vergi uygulanmaktadır. (B) cetvelindeki mallar için maktu vergi ile birlikte, asgari maktu vergi tutarına göre hesaplanacak vergi tutarından az olmamak üzere nispi vergi uygulanmaktadır (ÖTVK md. 11/5).

Cumhurbaşkanı yukarıda belirtilen vergileme ölçülerini değiştirmeye yetkili kılınmıştır (ÖTVK md. 11).

Alkol ve tütün ürünlerinde açıklanan şekilde uygulanan ÖTV'nin yanında %20 oranında KDV de uygulanmakta böylece oldukça yüksek sayılabilecek vergi yükü ortaya çıkmaktadır.

ÖTV Kanunu'nun "Oran veya Tutar" başlıklı 12. maddesinde verginin ÖTV Kanunu'na ekli listelerde belirtilen malların karşılarında gösterilen tutar ve/veya oranlarda alınmakta olduğu ve Cumhurbaşkanı'nın yetkilerine yer verilmiştir (ÖTVK md. 12/1). Bu çerçevede alkol ve tütün ürünlerinin yer aldığı III sayılı liste açısından Cumhurbaşkanı'nın yetkileri aşağıda açıklanmıştır.

Cumhurbaşkanı, topluca veya ayrı ayrı olmak üzere;

- (III) sayılı listedeki mallar için belirlenen oranları her bir mal itibariyle sıfıra kadar indirmeye, (A) cetvelindeki mallar için dört katına (B) cetvelindeki mallar için yarısına kadar artırmaya, söz konusu listede yer alan veya yeniden belirlenmiş sayılan asgari maktu vergiyi her bir mal itibariyle sıfıra kadar indirmeye, (A) cetvelindeki mallar için iki katına (B) cetvelindeki mallar için üç katına kadar artırmaya, bu sınırlar içinde malların cinsleri, özellikleri, fiyat grupları, alkol dereceleri ve içerdiği alkol miktarına göre farklı vergi oranı ve asgari maktu vergi tutarı belirlemeye (ÖTVK md. 12/2-b),
- (B) cetvelindeki mallar için listede yer alan veya yeniden belirlenmiş sayılan asgari maktu vergi tutarlarının, perakende satışa sunulan ürünlerin birim ambalajı içinde yer alan her bir sigara veya makaron adedi, diğer tütün mamullerinin birim ambalajı içindeki mamulün her bir gramı ile çarpımı sonucu bulunacak tutarı aşmamak üzere; birim ambalaj itibariyle maktu vergi tutarı belirlemeye, bu tutarı malların cinsleri, özellikleri, ambalajları (paketleri) ve bunların fiyatları ve fiyat grupları itibariyle farklılaştırmaya (ÖTVK md. 12/2-b),

yetkili kılınmıştır.

(III) sayılı listedeki mallar için belirtilen asgari maktu vergi tutarları veya Cumhurbaşkanınca bunlara ilişkin belirlenen en son asgari maktu vergi ve maktu vergi tutarları, ocak ve temmuz aylarında, Türkiye İstatistik Kurumu tarafından ilan edilen üretici fiyat endeksinde son altı ayda meydana gelen değişim oranında, bu değişimin ilanı gününden geçerli olmak üzere yeniden belirlenmiş sayılır. Cumhurbaşkanı, uygulama dönemlerini gün veya ay olarak belirlemeye veya belirleyeceği mallar ve aylar itibariyle yeniden belirlenmiş sayılan tutarların uygulanmamasına karar vermeye yetkili kılınmıştır (ÖTVK md. 12/3).

KDV Kanunu ve ÖTV Kanunu'nun vergileme ölçüleri ve verginin matrahı ile verginin oranı ve tutarına ilişkin yukarıda açıklanan 11. ve 12. maddelerine göre alkol ve tütün mamüllerinde vergi yükünün oluşumuna ilişkin aşağıdaki örnekler verilebilir (detaylı bilgi için bkz. Saraçoğlu, 2024).

Örneğin, 15.03.2025 tarihi itibariyle KDV ve ÖTV hariç satış/ithal bedeli 60 TL, alkol derecesi 5 olan, 50 cl'lik bir kutu biranın ÖTV ve KDV dahil satış fiyatı 117,36 TL olmakta; yani 57,36 TL vergi ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla yaklaşık biranın ÖTV ve KDV hariç tutarı kadar vergi

ortaya çıkmakta, satış bedeli esas alınarak hesaplanan vergi yükü %48,87 düzeyinde gerçekleşmektedir.

Örneğin, 15.03.2025 tarihi itibariyle KDV ve ÖTV hariç satış/ithal bedeli 500 TL olan, 75 cl'lik bir şişe köpüklü şarabın ÖTV ve KDV dahil satış fiyatı 898,86 TL olmakta; yani 398,86 TL vergi ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla satış bedeli esas alınarak hesaplanan vergi yükü %44,37 düzeyinde gerçekleşmektedir.

Örneğin, 15.03.2025 tarihi itibariyle KDV ve ÖTV hariç satış/ithal bedeli 500 TL, alkol derecesi hacmen 45º olan 70 cl'lik bir şişe rakının ÖTV ve KDV dahil satış fiyatı 1.116,24 TL olmakta; yani 616,24 TL vergi ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla rakının ÖTV ve KDV hariç tutarından daha fazla vergi ortaya çıkmakta, satış bedeli esas alınarak hesaplanan vergi yükü %55,21 düzeyinde gerçekleşmektedir.

Örneğin, 15.03.2025 tarihi itibariyle ÖTV ve KDV dahil satış fiyatı 70 TL olan 1 paket (20 adet) sigaranın 47,126 TL'si ÖTV ve 11,67 TL'si KDV olmak üzere toplam vergisi 58,796 TL olmaktadır. Dolayısıyla ÖTV ve KDV hariç tutarından çok daha fazla vergi ortaya çıkmakta, satış bedeli esas alınarak hesaplanan vergi yükü %84 düzeyinde gerçekleşmektedir.

Örneğin, 15.03.2025 tarihi itibariyle Örnekten anlaşılacağı üzere ÖTV ve KDV dahil satış fiyatı 81 TL olan 1 paket (20 adet) sigaranın 51,135 TL'si ÖTV ve 13,5 TL'si KDV olmak üzere toplam vergisi 64,635 TL olmaktadır. Dolayısıyla ÖTV ve KDV hariç tutarından çok daha fazla vergi ortaya çıkmakta, satış bedeli esas alınarak hesaplanan vergi yükü %79,80 düzeyinde gerçekleşmektedir.

Örneğin, 15.03.2025 tarihi itibariyle ÖTV ve KDV dahil satış fiyatı 81 TL olan 1 paket (20 adet) sigaranın 51,135 TL'si ÖTV ve 13,5 TL'si KDV olmak üzere toplam vergisi 64,635 TL olmaktadır. Dolayısıyla ÖTV ve KDV hariç tutarından çok daha fazla vergi ortaya çıkmakta, satış bedeli esas alınarak hesaplanan vergi yükü %79,80 düzeyinde gerçekleşmektedir.

Yukarıda açıklanan örneklerden anlaşılacağı üzere ÖTV ve KDV ile birlikte alkol ve tütün ürünlerinin tüketiciye yansıyan fiyatının önemli bir kısmını vergi oluşturmaktadır. Bu durumun temel nedeni bir yandan ÖTV oranlarının oldukça yüksek belirlenmiş olması, diğer yandan ÖTV üzerinden de KDV alınmasıdır. Sözü edilen ürünlerde vergi yükü tablo 1'de toplu olarak gösterilmiştir.

Tablo 1. Alkol ve Tütün Mamullerinde Vergi Yükü

Ürün	ÖTV ve KDV öncesi bedeli (TL)	ÖTV ve KDV dahil fiyatı (Satış Fiyatı) (TL)	Toplam ÖTV ve KDV Tutarı (TL)	ÖTV ve KDV Tutarı / Satış Fiyatı (%)
Bira	60	117,36	57,36	48,87
K. şarap	500	898,86	398,86	44,37
Rakı	500	1.116,24	616,24	55,21
Sigara	11,2	70,00	58,80	84,00
Sigara	16,64	81,00	64,36	79,80
Sigara	19,5	90,00	70,50	78,34

Kaynak: Mevcut yasal verilerden hareketle tarafımızca hazırlanmıştır.

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi yükünün oluşumu incelendiğinde birada %49'a, köpüklü şarapta %44,37'ye, rakıda %55,21'e ulaşmakta; sigarada ise %78 ile %84 aralığında gerçekleşmekte olduğu görülmektedir.

Başkaca mallardan da alınan ÖTV'nin vergi gelirleri içinde önemli bir yer kapsadığı ve izleyen yıllarda da benzer durumun sürdürüleceği görülmektedir. Temel vergi gelirlerinin dağılımını gösteren Tablo 2 incelendiğinde 2025 yılı için 12.651.461.859.000 TL hasılat öngörüldüğü, bunun 2.145.950.001.000 TL'lik kısmının ÖTV olarak tahsil edileceği; 2026 yılı için

14.948.646.615.000 TL hasılat öngörüldüğü, bunun 2.456.728.965.000 TL'lik kısmının ÖTV olarak tahsil edileceği; 2027 yılı için 17.040.630.016.000 TL hasılat öngörüldüğü, bunun 2.737.403.883.000 TL'lik kısmının ÖTV olarak tahsil edileceği tahmin edilmektedir. Yıllar itibariyle ÖTV'nin toplam vergi gelirleri içindeki payı ise 2025 yılında %16,5, 2026 yılında %16,4, 2027 yılında %16'dır.

Tablo 2. Temel Vergi Gelirlerinin Dağılımı

	2025		2026		2027	
	TL	%	TL	%	TL	%
VERGİ GELİRLERİ	12.651.461.859.000	100	14.948.646.615.000	100	17.040.630.016.000	100
Gelir Vergisi	2.150.959.149.000	17,0	2.472.942.911.000	16,5	2.812.179.553.000	16,5
Kurumlar Vergisi	1.707.621.685.000	13,5	2.271.650.846.000	15,1	2.731.790.354.000	16,0
KDV	4.987.268.203.000	39,4	5.774.148.438.000	38,5	6.520.839.719.000	38,2
ÖTV	2.145.950.001.000	16,9	2.456.728.965.000	16,4	2.737.403.883.000	16,0

Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024; Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2025.

Tablo 3'de de ÖTV'nin alt kalemleri itibariyle dağılımı görülmektedir. Tablo 3 incelendiğinde alkollü içkilerden 2025 yılında 170.750.672.000 TL, 2026 yılında 200.782.648.000 TL, 2027 yılında 232.881.646.000 TL tahsil edilmesi hedeflendiği; tütün ürünlerinden de 2025 yılında 455.664.231.000 TL, 2026 yılında 514.432.370.000 TL ve 2027 yılında 570.411.562.000 TL tahsil edilmesi hedeflendiği görülmektedir.

Tablo 3. ÖTV Gelirlerinin Dağılımı

	2025	2026	2027
Özel Tüketim Vergisi	2.145.950.001.000	2.456.728.965.000	2.737.403.883.000
* Petrol ve Doğalgaz Ürün.	538.185.570.000	639.671.662.000	743.659.556.000
* Motorlu Taşıt Araçları	818.826.436.000	915.834.286.000	980.392.580.000
* Alkollü İçkiler	170.750.672.000	200.782.648.000	232.881.646.000
* Tütün Mamulleri	455.664.231.000	514.432.370.000	570.411.562.000
* Kolalı Gazozlar	17.664.804.000	20.046.226.000	22.708.956.000
* Dayan. Tük. ve Diğer Mal.	144.858.288.000	165.961.773.000	187.349.583.000

Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024; Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2025.

Tablo 4'te ise ÖTV'nin kalemler itibarıyla toplam vergi gelirleri içindeki payı ve her kalemin ÖTV içindeki payı görülmektedir.

Tablo 4. ÖTV Kalemlerinin Vergi Gelirleri İçindeki ve Toplam ÖTV İçindeki ÖTV'nin Payı

TEMEL VERGİ GELİRLERİ (%)						
	2025		2026		2027	
VERGİ GELİRLERİ (VG) (1)	100		100		100	
Özel Tüketim Vergisi (2)	16,9		16,4		16,0	
VG ve ÖTV İÇİNDEKİ PAYI	**VG İÇ. PAYI**	**ÖTV İÇ. PAYI**	**VG İÇ. PAYI**	**ÖTV İÇ. PAYI**	**VG İÇ. PAYI**	**ÖTV İÇ. PAYI**
* Petrol ve Doğalgaz Ürün.	4,25	25,08	4,27	26,04	4,36	27,16
* Motorlu Taşıt Araçları	6,8	38,16	6,1	37,27	5,7	35,81
* Alkollü İçkiler	1,3	7,96	1,3	8,17	1,3	8,50
* Tütün Mamulleri	3,6	21,23	3,4	20,93	3,3	20,83
* Kolalı Gazozlar	0,01	0,82	0,01	0,81	0,01	0,83
* Dayan. Tük. ve Diğer Mal.	1,1	6,75	1,1	6,75	1,1	6,84

Kaynak: Tablo 3'ten hareketle tarafımızca hazırlanmıştır.

Tablo 4'ten görüldüğü üzere alkollü içkilerden alınan ÖTV 2025 yılında toplam vergi gelirlerinin %1,3'ünü, toplam ÖTV hasılatının %7,96'sını oluşturmaktadır. Bu oranlar 2026 yılında %1,3 ve %8,17; 2027 yılında %1,3 ve %8,50 olarak öngörülmektedir.

Tütün mamullerinden alınan ÖTV'nin de 2025 yılında toplam vergi gelirlerinin %3,6'sını, toplam ÖTV hasılatının %21,23'ünü oluşturacağı; bu oranların 2026 yılında %3,4 ve %20,93; 2027 yılında %3,3 ve %20,83 olarak hedeflendiği öngörülmektedir.

Dolayısıyla alkol ve tütün ürünlerinden alınan ÖTV'nin 2025 yılında toplam vergi gelirlerinin %4,9'unu, toplam ÖTV hasılatının %29,19'unu oluşturacağı; bu oranların 2026 yılında %4,7 ve %29,10; 2027 yılında %4,6 ve %29,33 olarak hedeflendiği öngörülmektedir.

Son olarak alkol ve tütün ürünlerinden alınan ÖTV'nin günlük ortalaması incelendiğinde de 2025 yılında bu iki kalemden toplam 1.716.205.213 TL hasılat beklendiği görülmektedir. Bu tutar 2026 yılında 1.959.493.199TL, 2027 yılında 2.200.803.308 olmaktadır.

Tablo 5. Günlük ÖTV (Bir Günde Toplanan ÖTV)

	2025	2026	2027
Özel Tüketim Vergisi	**5.879.315.071**	**6.730.764.287**	**7.499.736.665**
* Petrol ve Doğalgaz Ürün.	1.474.481.013	1.752.525.101	2.037.423.441
* Motorlu Taşıt Araçları	2.243.360.098	2.509.135.030	2.686.007.068
* Alkollü İçkiler	467.810.060	550.089.446	638.031.906
* Tütün Mamulleri	1.248.395.153	1.409.403.753	1.562.771.402
* Kolalı Gazozlar	48.396.723	54.921.167	62.216.31
* Dayan. Tük. ve Diğer Mal.	396.872.021	454.689.789	513.286.528

Kaynak: Tablo 3'ten hareketle tarafımızca hazırlanmıştır.

Yukarıda açıklanan tutar ve oranlar sadece ÖTV'ye ilişkindir. Dolayısıyla KDV'nin payı ve etkisi de unutulmamalıdır.

ALKOL VE TÜTÜN ÜRÜNLERİNDEN ALINAN VERGİNİN ETKİLERİ VE SONUÇLARI

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi yükü tablo 1'de gösterilmiştir. Alkol ürünlerinde vergi yükü %44-%55 aralığında iken tütün mamullerinde %80 ve hatta üzerinde olduğu görülmektedir.

Özel tüketim vergisi oran ve tutarları, beklenen hasılatın sağlanması ve istenilen etkilerin yaratılması bakımından önemli bir maliye politikası aracıdır. Bu açıdan vergilemenin mali olmayan amaçlarının da dikkate alındığı düşünülebilirse de mali amacın ön planda olduğu değerlendirilmektedir. %55 ve %84 gibi düzeylere ulaşan vergi yükü bu düşünceyi doğrulamaktadır.

Bu nedenle düzenlemeler yapılırken vergilemenin mali amacının yanında mali olmayan amaçlarının da dikkate alınması gerekmektedir. Aksi halde istenilmeyen sonuçlarla karşılaşılması söz konusu olabilecektir.

Alkol ve tütün ürünlerinde yüksek vergiler dolayısıyla kaçakçılığın artması, işlemlerin kayıt dışına kaydırılması ve kayıt dışı ekonominin büyümesi, gelir dağılımı eşitsizliklerinin derinleşmesi, yasal üreticilere ve perakendecilere yönelik olumsuzluklar, halk sağlığı açısından riskler ve kamu sağlık politikalarının başarısızlığı, toplumsal açıdan istenilmeyen olaylarla karşılaşılması (sahte alkol kullanımı sonucunda ortaya çıkan olumsuzluklar) nedeniyle toplumsal güven ve devlete olan güvenin zedelenmesi gibi sorunlardan söz edilebilir.

Kaçakçılığın Artması ve Kayıt Dışı Ekonominin Büyümesi

Yüksek vergi yükü alkol ve tütün ürünlerinin fiyatlarını artırmakta ve özellikle düşük gelir gruplarını kaçak ürünlere yönlendirmektedir.

Yüksek vergiler, yasa dışı ürünleri cazip hale getirmekte; sigara ve alkolde kaçak ürün kullanımı artmaktadır. Özellikle sınır bölgelerinde ve kırsalda kaçak sigara tüketiminin yaygınlaşması; kaçak ürünlerin içeriğinin denetlenememesi halk sağlığını tehlikeye soktuğu gibi, devlet açısından da vergi kaybına neden olmaktadır.

Kaçakçılık ve Kayıt Dışı Ekonomi Bağlamında Alkol ve Tütün Ürünleri Üretim, İç Satış ve İhracat Miktarlarının İncelenmesi

Aşağıdaki tabloda yıllar itibariyle Türkiye açısından sigara üretim, iç satış ve ihracat miktarları görülmektedir. Üretim ve iç satış miktarındaki değişiklikler sigara tüketiminden vazgeçenlerin olduğu biçiminde değerlendirilebilecek olmakla birlikte, yıllar itibariyle kayıt dışına kaymanın olabileceğini de düşündürmektedir. Zira tüketim miktarı 2003 yılında 108.157.063.150 adet iken 2011 yılında 91.217.479.040 adete kadar gerilemiş, sonraki iki yılda önce %9'dan fazla artarken sonra eski seviyesine gerilemiştir. İzleyen yıllarda yine olarak artış eğilimi görülmekte, 2020 yılında gerileme, 2021 yılında ciddi bir artış, 2022 yılında tekrar gerileme ve 2023 yılında yine önemli bir artış görülmektedir. Kayıt dışına kayma olabilecek olması yasal üreticilerin rekabet gücünün kaybına da neden olmaktadır.

Tablo 6. Sigara Üretimi, İthalatı, İç Satışı ve İhracatı

Yıllar	Üretim (İhracat Dahil) Miktar (Adet)	İç Satış Miktar (Adet)	İhracat Miktar (Adet)
2003	120.943.286.260		12.961.347.000
2004	117.837.981.610	108.870.390.620	9.142.850.000
2005	114.572.421.100	106.716.505.496	11.701.282.000
2006	125.807.062.000	107.908.692.050	16.927.678.280
2007	126.119.539.320	107.454.965.620	18.383.867.800
2008	135.041.446.800	107.858.908.399	25.658.999.200
2009	132.912.630.061	107.554.976.198	20.366.024.800
2010	115.238.165.761	93.354.256.336	24.037.012.800
2011	112.083.047.080	91.217.479.040	24.326.238.400
2012	134.454.421.720	99.257.052.660	32.393.076.000
2013	130.597.511.840	91.659.534.370	36.794.600.000
2014	142.894.873.580	94.681.206.450	44.761.164.800
2015	156.195.471.340	103.210.236.100	47.818.361.000
2016	159.907.424.720	105.488.652.808	50.539.562.500
2017	156.907.085.760	106.223.754.440	49.339.750.500
2018	172.038.884.780	118.541.720.970	49.485.583.400
2019	163.533.235.820	119.747.102.254	49.144.203.400
2020	163.121.065.599	117.911.206.640	46.636.465.999
2021	159.344.202.981	125.110.241.010	35.608.381.400
2022	167.442.837.273	116.756.969.901	45.770.051.801
2023	189.040.635.140	137.384.178.219	49.742.279.400

Kaynak: Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı, 2025.

Aşağıda Tablo 7'de yıllar itibarıyla Türkiye açısından puro/sigarillo üretimi, ithalatı, iç satışı ihracatı görülmektedir. Kullanımı daha istisnai olan söz konusu ürünlerin iç satış miktarında genel olarak artış seyri görülmektedir.

Tablo 7. Puro/Sigarillo Üretimi, İthalatı, İç Satışı ve İhracatı

Yıllar	Üretim (İhracat Dahil) Miktar (Kg)	İthalat Miktar (Kg)	İç Satış Miktar (Kg)	İhracat Miktar (Kg)
2003	1.500,00	0,00	1.200,00	0,00
2004	969,00	0,00	1.000,00	0,00
2005	708,00	0,00	800,00	0,00
2006	1.226,00	0,00	1.500,00	0,00
2007	2.974,00	0,00	2.850,00	0,00
2008	7.188,10	9.644,88	10.824,22	0,00
2009	9.118,51	21.000,33	26.124,07	0,00
2010	14.126,21	23.481,53	31.246,22	66,50
2011	15.748,99	26.281,80	41.732,92	0,00
2012	9.400,59	3.614,62	15.142,97	0,00
2013	18.188,74	4.219,09	20.945,81	0,00
2014	15.952,78	13.599,92	24.367,49	1.332,77
2015	26.933,14	21.330,57	38.866,96	1.261,40
2016	21.923,29	3.907,30	25.534,77	384,25
2017	32.546,77	11.404,98	38.611,62	1.590,13
2018	36.758,94	25.728,84	57.345,45	1.150,27
2019	44.873,52	32.523,35	76.369,12	954,17
2020	96.209,64	4.455,79	101.656,38	1.635,16
2021	109.846,70	15.974,56	120.944,36	782,58
2022	131.151,87	34.441,79	146.390,35	9.258,54
2023	164.134,82	47.375,37	189.198,54	18.561,22

Kaynak: Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı, 2025.

Aşağıda Tablo 8'de ise bira ve bira hariç fermente içkiler (köpüren şarap, şarap, vermut, diğer içkiler) ile distile alkollü içkilerin (kanyak, brendi, viski, rom, ardıç aromalı içkiler, cin, votka, likör, rakı, diğer içkiler, tekila) iç piyasaya litre olarak arz miktarı (üretim + ithalat) görülmektedir.

Tablo 8. Toplam İç Piyasaya Arz [Üretim + İthalat] (Bin Litre)

Yıl	Bira	Köpüren Şarap	Şarap	Vermut	Diğer	Kanyak brendi	Viski	Rom	Cin	Votka	Likör	Rakı	Diğer
2004	813.172	511	28.385	60	13	838	1.911	49	1.759	6.000	885	44.167	46
2005	821.850	494	26.830	50	105	564	777	105	1.559	6.212	575	44.683	105
2006	803.841	361	23.411	161	56	599	1.601	165	1.439	6.397	839	46.518	185
2007	844.764	399	22.841	153	294	516	1.434	200	1.145	5.979	650	42.716	150
2008	925.020	461	37.908	231	570	482	1.671	251	1.235	8.808	1.285	44.602	210
2009	923.508	236	46.143	278	1.021	415	2.544	313	1.261	10.366	1.201	44.698	276
2010	921.500	253	59.456	307	1.251	479	2.468	458	1.498	11.781	1.488	46.381	398
2011	925.564	433	58.643	332	1.508	403	4.454	483	1.810	15.296	1.789	48.810	552
2012	998.823	827	56.411	286	1.725	319	4.505	548	1.647	15.115	1.832	44.611	635
2013	878.913	642	62.240	283	2.337	348	4.909	593	1.746	14.909	1.773	42.337	694
2014	943.199	628	62.858	191	2.630	331	6.097	714	2.051	16.001	2.065	40.267	738
2015	908.198	413	63.627	136	2.940	296	7.016	642	1.841	14.131	1.663	39.201	831
2016	900.342	489	51.293	104	3.223	147	6.864	348	1.319	11.243	1.108	35.448	698
2017	915.104	1.128	66.428	118	5.654	219	8.214	556	1.827	13.277	1.665	37.316	832
2018	965.402	1.348	77.198	127	8.150	273	9.049	657	2.270	14.554	2.039	35.934	908
2019	884.911	1.634	74.838	166	8.614	312	10.176	794	2.285	12.809	2.892	27.763	966
2020	874.211	1.099	68.068	121	7.077	145	13.622	273	2.012	11.724	1.135	30.379	931
2021	943.576	2.787	83.394	41	12.066	226	19.911	628	3.624	15.346	2.029	37.472	1.493
2022	1.039.919	3.601	80.900	0	12.823	461	22.780	1.405	5.853	18.628	3.094	38.510	2.623
2023	1.133.281	3.691	68.876	0	9.549	330	28.653	1.546	6.712	18.107	4.061	41.885	3.259
2024	1.216.063	3.901	69.383	346	4.279	244	34.739	1.404	7.952	18.045	6.541	39.833	2.560 *

Kaynak: Alkol ve Alkollü İçkiler Daire Başkanlığı, 2025.

***** Tekila daha önce Distile Alkollü İçkiler (Diğer) kategorisinde iken 2024 yılı itibariyle 1.425.000 kg. olup, bu miktar da 2024 yılı diğer kategorisine dahil edilmiş; ayrı bir kategoride gösterilmeye başlanmıştır.

Çok sayıda alkol ve tütün ürünü türü ve markası bulunmaktadır. Bunların satış fiyatları değişkenlik göstermektedir. Hatta özellikle alkol ürünlerinde aynı marka ve miktar ya da hacimdeki ürünlerde bile satış noktasına göre fiyatlarda farklılıklar olabilmektedir. Dolayısıyla buradaki miktarlardan hareketle toplam vergi miktarına ve vergi yüküne ulaşılamamaktadır. Ancak iç piyasaya litre olarak arz miktarının incelenmesi piyasa hacminin gelişimi ve vergilendirme politikaları açısından fikir verebilecektir.

Alkol ve Tütün Ürünlerinde Vergi Kayıp ve Kaçaklarının Önlenmesine Yönelik Faaliyetler

Alkol ve tütün ürünlerinde özellikle yüksek vergi yükünün de etkisiyle ortaya çıkan vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesine yönelik faaliyetler yürütülmektedir. Tütün mamulleri ve alkollü içkilere yönelik olarak ülke çapında yaygın ve yoğun bandrol denetimleri yapılmakta, bu denetimlerde mobil denetim cihazları da kullanılmaktadır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Amaç, vergi denetimi aracılığıyla vergiye gönüllü uyumu desteklemek ve kayıt dışı ekonomi ile mücadele etmektir. Bu amaç doğrultusunda ülke çapında aralıksız olarak; yaygın yoğun, sektörel ve veriye dayalı vergi denetimleri gerçekleştirilerek sonuçları takip edilmiş, vergi kanunlarına aykırı hareket ettiği tespit edilen mükelleflere müeyyideler uygulanmıştır. Denetimlerin zaman zaman farklı alanlarda/sektörlerde yoğunlaşması ve zorunluluk arz eden durumlar sebebiyle 2024 yılı denetim planlamasında değişiklikler yaşanmakla beraber; kayıt dışı ekonomi ile mücadeleye katkı sağlanmaya çalışılmıştır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi kayıp ve kaçaklarının önlenmesine yönelik olarak çok önemli faaliyetler yürütülmekle birlikte; bandrolsüz, taklit ve yanıltıcı bandrollü tütün mamulleri ile alkollü içkiler; el konulan yasadışı alkol, bandrol, boş şişe ve etiketler; yasadışı sahte alkol

imalathaneleri olayın korkunç, endişeye ya da paniğe neden olan durumunu gözler önüne sermektedir.

Dolayısıyla denetimler her ne kadar başarılı biçimde yürütülse de alkol ve tütün ürünlerinde vergi yükünün düşürülmesinin zorunluluk arz ettiği belirtilebilir.

Gelir Dağılımı Eşitsizliklerinin Derinleşmesi

Alkol ve tütün ürünlerinden alınan ÖTV ve KDV gibi dolaylı vergiler, gelir düzeyi gözetmeksizin tüm bireylerden aynı oran ya da miktarda alındığından en çok düşük gelirli bireyler oransal olarak daha ağır bir yükü altında kalmakta ve etkilenmektedir. Çünkü bu tür ürünleri kullanan düşük gelirli bireyler bütçelerinin daha büyük kısmını ayırmak zorunda kalmaktadır.

Tüketim kalıpları dikkate alındığında, alkol ve sigara gibi ürünler üzerindeki yüksek vergi yükü düşük gelirli bireylerin yükünü artırmakta ve sosyal adaletsizliklerin oluşmasına ve gelir eşitsizliğinin derinleştirmesine neden olmaktadır.

Vergi sistemi içinde alkol ve tütün ürünlerinden alınan ÖTV ve KDV gibi dolaylı vergilerin artması dolaylı vergilerin taşıdığı genel olumsuzluklar dolayısıyla sistemin daha da adaletsiz hale gelmesine de neden olmaktadır.

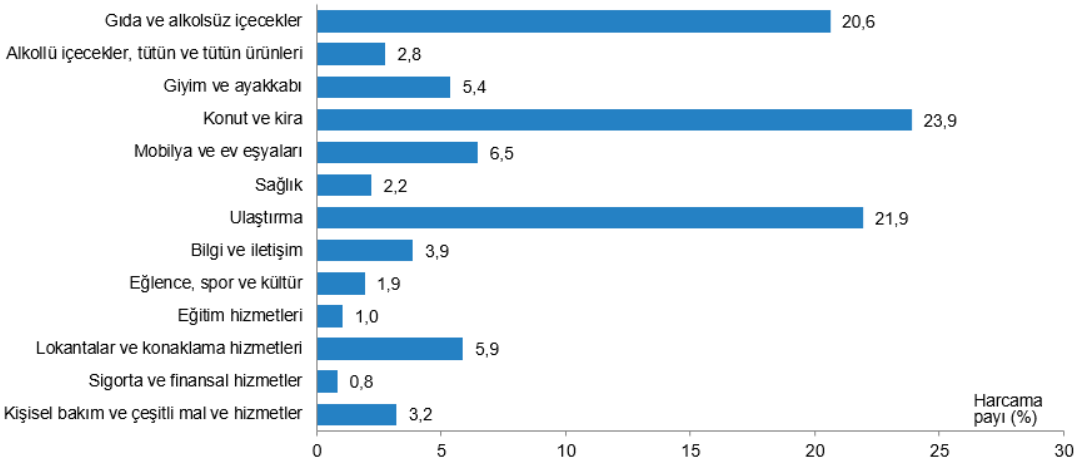
Hanehalkı tüketim harcamaları incelendiğinde de alkol ve tütün ürünlerine ayrılan payın önemi görülebilecek, ayrıca tüm harcamalar ve bunlardan alınan KDV ve ÖTV ile alkol ve tütün ürünlerinden alınan aynı vergilerin göreli ağırlığı değerlendirilebilecektir.

TÜİK Hanehalkı Bütçe Araştırması'nın 2023 yılı sonuçlarına göre[2]; Türkiye genelinde hanehalklarının tüketim amaçlı yaptığı harcamalar içinde en yüksek payı %23,9 ile konut ve kira harcamaları alırken, ikinci sırayı %21,9 ile ulaştırma harcamaları, üçüncü sırayı ise %20,6 ile gıda ve alkolsüz içecek harcamaları almıştır. Bu sıralamada mobilya ve ev eşyaları, lokantalar ve konaklama hizmetleri, giyim ve ayakkabı, bilgi ve iletişim, kişisel bakım ve çeşitli mal ve hizmetlerden sonra dokuzuncu sırada %2,8 ile alkollü içecekler, tütün ve tütün ürünleri gelmektedir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2024).

Aşağıdaki grafikte 2023 yılı harcama türlerine göre hanehalkı tüketim harcamasının dağılımı görülmektedir. Grafik incelendiğinde alkollü içecekler, tütün ve tütün ürünlerine yapılan harcamaların sağlık harcamalarından, eğlence, spor ve kültür harcamalarından, eğitim hizmetlerine yapılan harcamalardan ve sigorta ve finansal hizmetlere yönelik harcamalardan yüksek olduğu görülmektedir.

[2] Hanelerin tüketim harcamalarını karşılaştırılabilir hale getirmek amacıyla hanehalkı büyüklüğü ve kompozisyonu dikkate alınarak elde edilen eşdeğer fert başına tüketim harcaması kullanılmaktadır. Aylık ortalama tüketim harcaması hanehalkı başına 24.383 TL ve eşdeğer fert başına 12.521 TL olarak tahmin edilmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2024).

Grafik 1. Harcama Türlerine Göre Hanehalkı Tüketim Harcamasının Dağılımı (%), 2023



Gelire göre sıralı %20'lik gruplarda tüketim harcamasının türlerine göre dağılımı incelendiğinde alkollü içecekler, tütün ve tütün ürünlerinin payının düşük gelir gruplarında arttığı görülmektedir. Toplamda %2,8 olan bu pay en düşük %20'lik gelir grubunda %3,2, ikinci en düşük %20'lik gelir grubunda %3,4, üçüncü %20'lik grupta %3,1 olarak gerçekleşmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2024). Yukarıda belirtildiği üzere, bu tür ürünleri kullanan düşük gelirli bireyler bütçelerinin daha büyük kısmını ayırmak zorunda kalmaktadır.

Hanehalkı büyüklüğü arttıkça da alkollü içecekler, tütün ve tütün ürünlerinin payı artmakta altı kişilik ailelerde %3,4, yedi ve daha fazla kişiden oluşan ailelerde %3,8 olmaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2024).

Yasal Üreticilere ve Perakendecilere Yönelik Olumsuzluklar

Alkol ve tütün ürünleri üzerindeki yüksek vergi yükü, yasal çerçevede faaliyet gösteren üretici ve satıcıların rekabet gücünü kaybetmesine neden olmakta; bunları kaçak ürünler ve satıcıları ile rekabet edemez hale gelmektedir.

Rekabet koşullarının bozulması ise sektörde daralmaya, iş gücü kaybına ve kayıtlı ticaretin gerilemesine neden olmaktadır. Dolayısıyla özellikle alkol ve tütün ürünlerini satan küçük esnafın ve yerel işletmelerin müşteri kaybına ve faaliyetlerini sürdürememelerine neden olabilecektir. Belirtilen nedenlerle yasal çerçevede ticaretin azalması, küçük işletmelerin zor duruma düşmesi, kapanan iş yerleri ve işsizlik artışı söz konusu olabilir.

2024 yılında toplam 137 adet incelemeye sevk, fiili tespit ve yoklama gibi idari yaptırım işlemi gerçekleştirilmiş; firmaların risk durumlarını analiz eden ve puanlayan raporlar düzenlenmiştir. Ayrıca yasadışı sahte alkol imalathaneleri deşifre edilmiştir(Gelir İdaresi Başkanlığı, 2025).

Bu veriler de alkol ve tütün ürünleri üzerindeki yüksek vergi yükü nedeniyle bozulan rekabet şartlarını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla yasal çerçevede ticaretin azalması, kayıtlı ticaretin gerilemesine, sektörde daralma ve iş gücü kaybına, küçük esnafın müşteri kaybına neden olabilecektir. Bu gerekçeler de söz konusu ürünlerde vergi yükünün yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir.

Alternatif Ürünlere Yöneltme, Halk Sağlığı Açısından Riskler ve Kamu Sağlık Politikalarının Başarısızlığı

Tüketicilerin yüksek fiyatlar dolayısıyla daha ucuz alternatif ürünler araması ve kullanması söz konusu olabilir. Tüketicilerin yüksek vergi yükü dolayısıyla sonucu artan fiyatlardan kaçınmak için özellikle alkol ürünlerinde sahte ve merdiven altı ürünleri tercih etmesi halinde (ki bunun örnekleri ülkemizde sıklıkla yaşanmakta, metil alkol zehirlenmeleri görülmektedir) ölümcül zehirlenmeler ve sağlık vakaları artacak ve toplum sağlığı daha da olumsuz etkilenecektir.

Türkiye'de her yıl metil alkol zehirlenmeleri nedeniyle çok sayıda kişinin hayatını kaybetmesi, vergi politikalarının halk sağlığı hedefiyle çeliştiğini göstermektedir.

Emniyet Genel Müdürlüğü Kaçakçılık ve Organize Suçlarla Mücadele Başkanlığı koordinasyonunda gerçekleştirilen operasyonlar kapsamında el konulan 44.796 litre etil alkol, 14.613 litre sahte alkol, 10.391 adet sahte bandrol, 5.347 adet alkol aroması, boş şişe ve etiketler vergi nedeniyle yükselen fiyatlar dolayısıyla sahte ve merdiven altı ürünlerin tercih edildiğine işaret etmekte; bunun sonucunda da ölümcül alkol zehirlenmeleri, sağlık vakalarının artışı ve toplum sağlığının daha da olumsuz etkilenmesinin kaçınılmaz olduğunu göstermektedir.

Toplumsal Açıdan İstenilmeyen Olaylarla Karşılaşılması, Toplumsal Güven ve Devlete Olan Güvenin Zedelenmesi

Alkol ve tütün ürünlerinde vergi uygulamalarının özellikle vergilemenin mali amacına hizmet etmesi vatandaşların vergi politikasını adaletsiz bulmasına neden olmaktadır ve bu algının devlet ile vatandaş arasında güven krizine neden olması da olumsuz sonuçlar arasında düşünülebilir. Farklı bir ifadeyle vergi oranları artırılarak vergi hasılatının artırılması beklenirken tersi durumlarla karşılaşılabilecektir (detaylı bilgi için bkz. Saraçoğlu vd., 2012).

Devletin, yalnızca gelir elde etmeye odaklı olduğu algısı ve vergi politikalarının adaletsiz algılanması, vatandaşlar ile devlet arasındaki güven ilişkisini zedelerken; vergiye karşı direnç ve dolayısıyla vergi uyumunun azalması gibi sonuçlara da neden olabilir.

Örneğin içinde bulunduğumuz enflasyonla mücadele sürecinde alkollü içecekler ve tütündeki özellikle yüksek vergi yükü kaynaklı fiyat artışları enflasyona da olumsuz yansımaktadır.

Nisan 2025 itibariyle söz konusu ürünlerdeki yıllık değişim oranı %33,85 olarak gerçekleşmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2025).

TÜİK tarafından yayımlanan Nisan 2025 tarihli tüketici fiyat endeksi raporu incelendiğinde tüketici fiyat endeksinin (TÜFE) yıllık %37,86, aylık %3,00 arttığı görülmektedir.

TÜFE'deki (2003=100) değişim 2025 yılı Nisan ayında bir önceki aya göre %3,00 artış, bir önceki yılın Aralık ayına göre %13,36 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %37,86 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %48,73 artış olarak gerçekleşmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2025).

En yüksek ağırlığa sahip üç ana harcama grubunun yıllık değişimleri; gıda ve alkolsüz içeceklerde %36,09 artış, ulaştırmada %22,76 artış ve konutta %74,07 artış olarak gerçekleşmiştir. İlgili ana grupların yıllık değişime olan etkileri ise gıda ve alkolsüz içeceklerde %9,21, ulaştırmada %3,84 ve konutta %9,98 olmuştur. Gıda ve alkolsüz içeceklerde yıllık değişim %36,09 iken alkollü içecekler ve tütünde %33,85 olarak gerçekleşmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2025).

Alkol ve tütün ürünlerinin özellikle yüksek vergiler kaynaklı fiyat artışlarının enflasyona bu şekildeki olumsuz etkisi vatandaşların vergi politikasını adaletsiz bulmasına neden olmakta;

vergilemenin yalnızca gelir elde etmeye odaklı olduğu algısı oluşturmakta, güven ilişkisini zedelemekte ve vergiye karşı direnç ve vergi uyumunun azalmasına neden olmaktadır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Alkol ve tütün ürünleri üzerindeki yüksek vergi yükü, bir yandan bu ürünlerin tüketiminin azaltılarak kamu sağlığının korunması diğer yandan devlet bütçesine gelir sağlama amaçlarına yönelik olmakla birlikte, bu stratejinin çeşitli olumsuz etkileri göz ardı edilmemelidir.

Kamu gelirlerini sürdürülebilir kılan ve toplumsal refahı artırması beklenen bir vergi politikasının daha adil bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir. Dolayısıyla kaçakçılığın artması, kayıt dışı ekonomi, gelir dağılımında bozulma, yasal çerçevede faaliyetlerini sürdüren sektörün daralması ve halk sağlığına yönelik riskler mevcut vergi politikalarının gözden geçirilmesini gerektirmektedir.

Bazı kamu harcamalarının azaltılması alkol ve tütün ürünlerinden alınacak ÖTV'nin azaltılması yoluyla kaçakçılığın artmasını, işlemlerin kayıt dışına kaydırılmasını, gelir dağılımı eşitsizliklerinin derinleşmesini, kamu sağlık politikalarının başarısızlığını, toplumsal açıdan istenilmeyen olaylarla karşılaşılmasını önleyebilecektir.

KAYNAKÇA

Alkol ve Alkollü İçkiler Daire Başkanlığı. *Alkol ve Alkollü İçkiler Üretim ve İthalat Verileri.* Ankara, Türkiye: Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı; 2025. Erişim Adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/TADAB/Sayfalar/Detay.aspx?TermStoreId=368e785b-af33-487d-a98d-c11d5495130b&TermSetId=429287a1-e5aa-4eb2-b299-4176bdf8330c&TermId=dcbda54d-586f-4170-8f13-9bd6f4df4eed&UrlSuffix=23/Alkol-Ve-Alkollu-Ickiler-Daire-Baskanligi. Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2025.

Bradford DF. *Taxation, Wealth, and Saving.* USA: Massachusetts Institute of Technology Press; 2000.

Çolak G. *Türkiye'de özel tüketim vergisi ve Avrupa Birliği uyumu.* [yüksek lisans tezi]. İstanbul, Türkiye: Marmara Üniversitesi; 2006.

Dorukkaya Ş. & Ülgen S. *100 Soruda Özel Tüketim Vergisi.* Ankara: TOBB Yayını; 2003.

Durmuş, M. ÖTV Çıkarken. *Yaklaşım Dergisi.* 2002; (114):231.

Edizdoğan N. *Teoride ve Uygulamada Özel Tüketim Vergileri.* Bursa: Bursa Üniversitesi Basımevi; 1981.

Gelir İdaresi Başkanlığı. *2024 Faaliyet Raporu.* Yayın No: 560. Ankara, Türkiye: Gelir İdaresi Başkanlığı; Şubat 2025.

Johansen L. *Public Economics.* Netherlands: North Holland Publishing Company; 1971.

Kukuş BA. *Türkiye'de özel tüketim vergisi ve Avrupa Birliği özel tüketim vergisi ile uyumlaştırılması.* [yüksek lisans tezi]. Isparta, Türkiye: Süleyman Demirel Üniversitesi; 2010.

Özyer MA. Özel Vergi Tasarısı Hazırlıkları. *Vergi Dünyası Dergisi.* 2002; (246):24.

Saraçoğlu F. *Türk Vergi Sistemi.* Ankara: Hızır Kitabevi; 2024.

Saraçoğlu F, Eyüpgiller S & Arslan CB. *Türkiye'de Ekonomik Krizle Mücadelede KDV ve ÖTV İndirimlerinin Etkinliğinin Analizi.* Ankara: Adalet Yayınevi; 2012.

Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı. *2025 Yılı Bütçe Gerekçesi.* Ankara, Türkiye: Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı; 2024. Erişim Adresi: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2024/11/2025-Yili-Butce-Gerekcesi_11112024.pdf. Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2025.

Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı. *3a: Genel Bütçeli Kamu İdarelerinin 2025 Yılı Gelirleri ile 2026-2027 Dönemi Gelir Tahminleri.* Ankara, Türkiye: Türkiye Cumhuriyeti

Strateji ve Bütçe Başkanlığı; 2025. Erişim Adresi: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/01/3a-Genel-Butceli-Kamu-Idarelerinin-2025-Yili-Gelirleri-ile-2026-2027-Donemi-Gelir-Tahminleri.pdf. Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2025.

Türkiye İstatistik Kurumu. *Hanehalkı Tüketim Harcaması, 2023.* Yayın No: 53801. Ankara, Türkiye: Türkiye İstatistik Kurumu; 11 Haziran 2024. Erişim Adresi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Tuketim-Harcamasi-2023-53801. Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2025.

Türkiye İstatistik Kurumu. *Tüketici Fiyat Endeksi, Nisan 2025.* Yayın No: 54179. Ankara, Türkiye: Türkiye İstatistik Kurumu; 5 Mayıs 2025. Erişim Adresi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tuketici-Fiyat-Endeksi-Nisan-2025-54179. Erişim tarihi: 22 Mayıs 2025.

Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı. *Tütün ve Tütün Mamulleri Daire Başkanlığı Faaliyetleri.* Ankara, Türkiye: Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı; 2025. Erişim Adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/TADAB/Sayfalar/Detay.aspx?TermStoreId=368e785b-af33-487d-a98d-c11d5495130b&TermSetId=429287a1-e5aa-4eb2-b299-4176bdf8330c&TermId=dcbda54d-586f-4170-8f13-9bd6f4df4eed&UrlSuffix=22/Tutun-Ve-Tutun-Mamulleri-Daire-Baskanligi. Erişim tarihi: 11 Mayıs 2025.

REKLAM GİDERLERİ İLE FİNANSAL PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİ: KATILIM BANKALARI ÖRNEĞİ

RELATIONSHIP BETWEEN ADVERTISING EXPENSES AND FINANCIAL PERFORMANCE: THE EXAMPLE OF PARTICIPATION BANKS

Öğr. Gör. Dr. Şenol BARDİ

ORCID.0000-0001-6420-4051

ÖZET

Çalışmanın amacı, bankacılık sektöründe faaliyet gösteren katılım bankalarının reklam giderleri ile finansal performansları arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığının tespit edilmesidir. Bankacılık sektöründe yer alan 6 katılım bankasının 2019:Q1-2024:Q4 çeyrek dönemlik verilerden faydalanılarak bankaların finansal etkinlikleri ölçülmeye çalışılmıştır. Çalışmada girdi odaklı ölçeğe göre sabit getiri modeli (CCR) tercih edilmiştir. Ayrıca bankaların verimlilik değişimlerini görmek için dinamik bir yaklaşım olan Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) endeksi de kullanılmıştır. Reklam giderlerinin analize alınmadığı ilk modelde olduğu gibi reklam giderlerinin analize sokulduğu ikinci modelde de yalnızca Ziraat Katılım Bankası tüm dönemlerde etkin bulunmuştur. Albaraka Türk, altı dönemlik süreçte, birinci modelde etkinlik sağlayamadığı görülmüştür. İkinci modelde göreli etkin banka sayılarının arttığı görülmüştür. Tüm dönemlerin etkinlik ortalaması birinci modelde %90,22 iken ikinci modelde %5,36 artarak %95,58'e yükselmiştir. İlk modelde MTFV indeksi bileşenlerinden Teknoloji Değişimi (TD) %5,3; Ölçek Etkinlik Değişimi (ÖED) %0,2 oranında artış sağlanmıştır. Saf Teknik Etkinlik Değişiminde (STED) %0,1 oranında azalma tespit edilmiştir. Bankaların verimliliği %5,4 oranında artmıştır. Verimlilik artışının nedeni Teknoloji Değişiminden kaynaklanmaktadır. İkinci modelde Teknik Etkinlik (TED) %0,8; Teknoloji Değişimi (TD) %12,0; Ölçek Etkinlik Değişimi (ÖED) %0,8 oranında artış göstermiştir. Bankaların verimliliği %12,9 oranında artmıştır. Verimlilik artışının nedeni yine Teknoloji Değişiminden kaynaklanmaktadır. Reklam giderleri, katılım bankalarının etkinlik kazanımlarında ve verimlilik artışı sağlamalarında önemli bir faktör olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Katılım Bankacılığı, Reklam Giderleri, Veri Zarflama Analizi.

ABSTRACT

The objective of the present study is to ascertain the existence of a correlation between advertising expenditures and the financial performance of banking institutions operating within the banking sector. The objective of this study was to assess the financial efficiency of six banking institutions within the banking sector. To this end, the quarterly data from 2019:Q1 to 2024:Q4 was utilized. In the study, the input-oriented constant returns to scale model (CCR) was preferred. Furthermore, the Malmquist Total Factor Productivity (MTFP) index, a dynamic approach, is employed to examine the efficiency changes of banks. As in the initial model, in which advertising expenditures were excluded from the analysis, the second model, which incorporated advertising expenses, revealed that Ziraat Participation was the only entity that demonstrated efficiency across all periods. A subsequent investigation revealed that Albaraka Türk exhibited substandard efficiency in the initial six-period model. In the second model, the number of relatively efficient banks increased. The mean efficiency of all periods was 90.22% in the first model, and it increased by 5.36% to 95.58% in the second model. In the initial model,

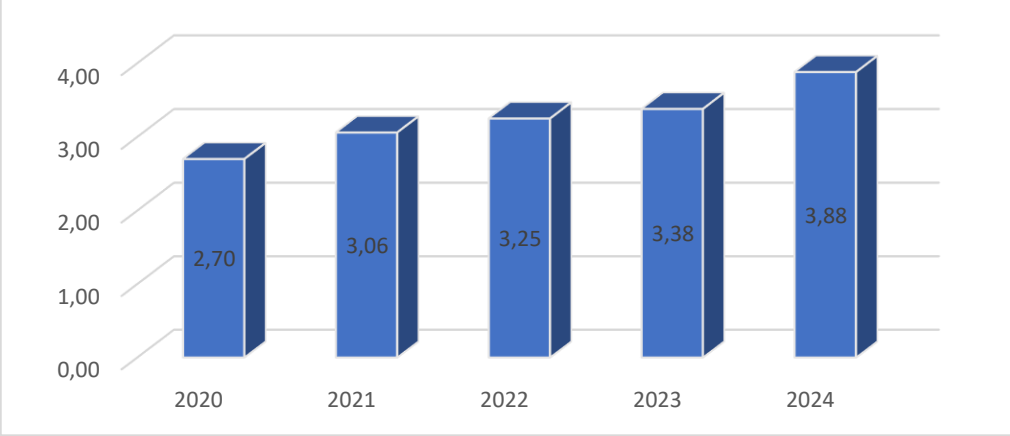
Technology Change (TECH) and Scale Efficiency Change (SECH), components of the MTFP index, exhibited an increase of 5.3% and 0.2%, respectively. Pure Technical Efficiency Change (PTECH) exhibited a 0.1% decrease. A 5.4% increase in efficiency was observed at the banking institution. The observed rise in efficiency can be attributed to technological advancements. In the second model, Technical Efficiency (TECH) exhibited an increase of 0.8%, Technology Change (TECH) demonstrated a 12.0% rise, and Scale Efficiency Change (SECH) registered a 0.8% growth. A 12.9% increase in efficiency was observed at the banking institution. The observed enhancement in efficiency can be attributed, once again, to technological advancements. It has been determined that advertising expenditures constitute a significant element in the efficiency gains of participation banks.

Keywords: Participation Banking, Advertising Expenses, Data Envelopment Analysis.

GİRİŞ

Bankalar; ‘‘gerçek ve tüzel kişilerin tasarruflarını toplayarak, bunları işletmeye gelir sağlayacak işlere kredi ve benzeri yollarla yönlendiren, ödemelerde aracılık yapan, para nakli, senet tahsili, emanet kabulü gibi çeşitli hizmetler gören işletmeler’’ (Dinç, 2013) olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifade ile kaynak toplama ve toplanan kaynakları talep edenlere aktaran kurumlardır. Bankalar, kaynakların aktarılması işleminde aracı konumundadırlar. Toplanan kaynaklara ödedikleri faiz ile kaynakların aktarıldığı taraftan tahsil ettikleri faiz arasındaki pozitif farklar bankaların gelirini oluşturmaktadır. Geleneksel bankaların temel çalışma esası faize dayanmaktadır. Katılım Bankaları dini hassasiyetleri nedeniyle geleneksel bankalar ile çalışmayan kişi ve kurumların ellerindeki fonların ekonomiye kazandırılması için kurulun ticari işletmelerdir. Katılım Bankaları, 19.12.1983 tarih ve 18256 sayılı Resmî Gazete ile yürürlüğe giren Özel Finans Kurumları (ÖFK) hakkındaki 83/7506 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı’ndan sonra faaliyet göstermeye başlamışlardır. 2005 yılına kadar özel finans kurumu olarak faaliyette bulunun bu kurumlar 19.10.2005’den sonra katılım bankası adıyla hizmet vermeye devam etmektedirler. İlk olarak 1984 yılında Albaraka Türk kurulmuştur. 1989’da Kuveyt Türk, 2005’de Türkiye Finans, 2015’de Ziraat ve Vakıf Katılım, 2019’da Türkiye Emlak Katılım, 2023’de dijital katılım bankası olarak Hayat Finans Katılım ve T.O.M. Katılım Bankası sektöre katılmışlardır. Son olarak, geleneksel bankacılık esaslarına göre çalışan Adabank A.Ş., 2023 yılından itibaren Dünya Katılım Bankası olarak faaliyette bulunmaktadır (TKBB, 2023).

Şekil 1’de küresel düzeyde katılım bankalarının toplam aktif büyüklükleri verilmiştir. Küresel



Şekil 1: Dünyada Katılım Bankalarının Toplam Aktif Büyüklüğü (ABD Trilyon Dolar)
Kaynak: Islamic Financial Services Industry Stability Report 2025, [IFSB], 2025 www.ifsb.org. 03.06.2025.

düzeyde faaliyette bulunan katılım bankalarının aktif toplamları 2020 yılında 2,70 trilyon ABD doları iken 2024 yılında 3,88 trilyon dolara ulaşmıştır. Yıllık ortalama büyüme oranı %5,9'dur. 2024 yılı varlık toplamlarının önceki yıla göre artış oranı %14,79'dur. 2024 yılı aktif varlıkların büyüme oranının diğer yıllara göre oldukça yüksek olduğu dikkat çekicidir.

2025 yılı Mart ayı itibari ile Türkiye'de faaliyet gösteren katılım bankalarının toplam aktifleri 2.996.978 milyon TL, Toplanan Fonları 2.002.128 milyon TL, Kullandırılan Fonlar 1.375.668 milyon TL, Özkaynakları 231.020 milyon TL, 1.520 şube sayısı ve 21.928 personel sayısı ile faaliyetlerine devam etmektedirler. Katılım bankalarının sektör içindeki aktiflerinin payı %8,29; Toplanan Fonların payı %9,47; Kullandırılan Fonların payı da %7,8 olarak gerçekleşmiştir (TKBB, 2025).

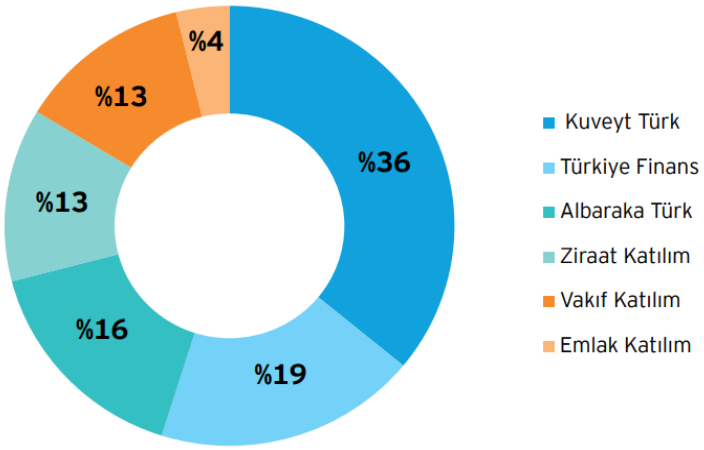
Tablo 1'de Türkiye'de faaliyet gösteren katılım bankalarının bankacılık sektörü içerisindeki payları verilmiştir. Katılım bankalarının varlık toplamı payı %5,23'den 2024 itibari ile %8,14'e yükselmiştir. Yıllık ortalama büyüme oranı %0,29 olarak gerçekleşmiştir. Benzer şekilde özkaynakların, toplanan fonların ve kullandırılan fonların yıllık ortalama büyüme oranları sırası ile %0,32; %0,32; %0,65'dir. Net kârın yıllık ortalama büyüme oranı ise %0,9 olarak hesaplanmıştır. Net kârın yıllık büyüme oranı, aktiflerin ve özkaynakların yıllık büyüme oranlarının yaklaşık üç katı; kullandırılan fonların 1,5 katı düzeyinde gerçekleşmiştir.

Tablo 1: Katılım Bankalarının Türkiye Bankacılık Sektöründeki Payları (%)

YILLAR	AKTİFLERİN PAYI (%)	ÖZKAYNAKLARIN PAYI (%)	TOPLANAN FONLARIN PAYI (%)	KULLANDIRILAN FONLARIN PAYI (%)	NET KÂRIN PAYI (%)
2014	5,23	4,17	6,20	0,85	0,59
2015	5,10	4,06	5,96	1,47	1,57
2016	4,87	3,83	5,59	2,12	2,95
2017	4,92	3,80	6,14	4,65	3,25
2018	5,35	3,97	6,71	4,70	3,87
2019	6,33	4,42	8,39	5,13	4,97
2020	7,16	4,60	9,30	6,22	6,35
2021	7,78	5,09	10,49	6,85	5,88
2022	8,28	5,99	10,06	7,63	6,85
2023	8,67	6,71	10,21	7,76	8,82
2024	8,14	7,38	9,41	7,35	9,59

Kaynak: TKBB, (2025). Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye'de katılım bankacılığı sektöründe, Albaraka Türk, Kuveyt Türk, Emlak Katılım, Türkiye Finans, Ziraat Katılım ve Vakıf Katılım faaliyet göstermektedirler. 2020 yılının 3. çeyreği itibariyle sektörde en büyük pazar payına sahip olan banka %36 ile Kuveyt Türk Katılım Bankası olurken, onu %19 ile Türkiye Finans, %16 ile Albaraka Türk takip etmektedir. Vakıf ile Ziraat Katılım'ın sektörel payı ise %13'dur. 2019 yılında kurulan Emlak Katılım Bankası'nın payı %4'dur (Şekil 2).



Şekil 2: Katılım Bankaları Pazar Payları (2020 3. Çeyrek)
Kaynak: TKBB (2021a: 23)

2019-2024 faaliyet döneminin verileri kullanılarak katılım bankalarının reklam giderleri ile finansal performansları arasındaki ilişki analiz edilecektir. Değerlendirmelerde bulunmak için iki farklı model kullanılacaktır. Birinci modelde, girdi değişkenleri olarak Toplanan Fonlar ve Toplam Aktifler; çıktı değişkenleri olarak Kullandırılan Fonlar ve Net Kâr kullanılmıştır. İkinci modelde, birinci modelde kullanılan girdi değişkenlerine Reklam Giderleri ilave edilerek analizler yapılmıştır. Banka etkinliklerinin tespitinde VZA tercih edilmiştir. Etkinliklerin hesaplanmasında çeyrek dönem verileri kullanılmıştır. 6 adet katılım bankası, 4 çeyrek ve 6 yıl olmak üzere 96 gözlem verisi (6 KVB*6 yıl*4 çeyrek) kullanılmıştır. Ayrıca dinamik bir yaklaşım olan Malmquist verimlilik endeksi yardımı ile katılım bankalarının Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişimler (TFVD) analiz edilmiştir. Yapılan literatür çalışmasında katılım bankaları adına yapılmış finansal performans çalışmaları bulunmaktadır. Ancak katılım bankaları özelinde reklam giderleri ile finansal performans arasındaki ilişkiyi değerlendiren Ergün ve Ok Ergün (2020), çalışması hariç herhangi bir çalışmaya denk gelinememiştir. Reklam Giderlerinin katılım bankalarının finansal performanslarına herhangi bir etkisinin olup olmadığının incelenmesi, çalışmanın literatüre yapacağı katkı olarak düşünülmüştür. Çalışmanın birinci bölümünde, yapılmış olan çalışmalara değinilmiştir. Çalışmanın amaç ve kapsamının sunulduğu ikinci bölümde, Karar Verme Birimlerinin (KVB), girdi ve çıktı değişkenlerinin, araştırma modelinin seçimi yapılmış ve daha sonra KVB'lerin derecelendirmelerinde kullanılan toplam referans sayıları bulunmuştur. İkinci bölümde Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi (MTFV) analizine de yer verilmiştir. Elde edilen bulguların değerlendirildiği Tartışma ve Sonuç bölümünde, çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde, bankacılık sektöründe faaliyet gösteren katılım bankaları özelinde yapılmış olan göreli etkinlik ve verimlilik çalışmalarına yer verilmiştir.

Tablo 2: Literatür Özeti

Yazar/lar	Çalışma Dönemi	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Yöntem
Dağ (2011)	2006-2009	Mevduat / Toplanan Fonlar, Faiz Giderleri / Kâr payı Giderleri, Personel Giderleri	Krediler, Plasman Toplam / Kullandırılan Fonlar, Faiz Gelirleri / Kâr payı Gelirleri, Net Üçret Gelirleri	Girdi yönlü BCC Modeli, Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi (MTFVE)
Sonuç	Türkiye'de bankacılık sektöründe faaliyet gösteren katılım (4 adet) ve geleneksel bankalar (25 adet) adına yapılan çalışmada 29 KVB kullanılmıştır. Katılım bankalarının geleneksel bankalara göre daha etkin oldukları tespit edilmiştir.			
Bozdoğan vd., (2018)	2016Q4-2017Q1-Q4	Beş çeyrek dönem verilerinin kullanılması ile beş adet katılım bankasının finansal performans analizi yapılmıştır.		TOPSİS
Sonuç	En yüksek performansa sahip olan bankanın Türkiye Finans olduğu sonucuna ulaşılmıştır.			
Güney (2018)	2016Q-2017Q	Mevduat ve Alınan Krediler	Krediler ve Finansal Kiralama Alacakları	Girdi yönlü CCR ve BCC modeli
Sonuç	Çeyrek verilerin kullanıldığı çalışmada, Ziraat Katılım CCR modeline göre dört, BCC modeline göre yedi dönem; Vakıf Katılım CCR modeline göre üç, BCC modeline göre ise yedi dönem etkin bulunmuşlardır.			
Karakaya (2018)	2015	Toplanan Fonlar ve Faaliyet Giderleri	Kullanılan Fonlar ve Toplam Gelirler	VZA
Sonuç	14 İslam ülkesindeki katılım bankalar adına yapılan çalışmada, 5 ülke ölçek etkin, 7 ülke saf teknik etkin ve 5 ülke de teknik etkin olarak bulmuştur.			
Bozkurt vd., (2019)	2016Q-2018Q	Toplanan fonlar ve kâr payı giderleri	Kâr payı gelirleri ve kullandırılan fonlar	CCR ve BCC modelleri
Sonuç	Türkiye Finans ve Kuveyt Türk'ün en çok etkinlik kazanan bankalar oldukları görülmüştür.			
Karaca vd., (2019)	2009-2016	Toplam Fonlar, Kâr Payı Gideri, Personel Gideri	Kullanılan Fonlar, Kâr Payı Geliri, Net Kâr	Çıktı yönlü CCR ve BCC modeli
Sonuç	Bankaların genel manada etkin oldukları, çalışma dönemi kapsamında en etkin bankanın Kuveyt Türk A.Ş. olduğu tespit edilmiştir.			
Bolat ve Akardeniz (2020)	2015-2019	Toplanan fonlar ve toplam aktifler	Kullandırılan fonlar ve net kâr	Çıktı yönlü BCC modeli
Sonuç	Tüm yıllar yalnızca Kuveyt Türk'ün etkinlik kazandığı, en az etkinlik sayısına sahip bankanın Albaraka Türk olduğu belirlenmiştir.			

Çarıkçı ve Akbulut (2020)	2018	Toplam aktif, toplam mevduat, şube sayısı ve faiz giderleri	Krediler, dönem net kârı ve faiz gelirleri	Girdi Yönlü CCR Modeli
Sonuç	Türkiye'de faaliyet gösteren 24 adet geleneksel ve katılım bankası için yapılan çalışmada genel verimlilik oranı, %95,7 olarak bulunmuştur. Katılım bankalarının etkin olmadığı tespit edilmiştir.			
Ergün ve Ok Ergün (2020)	2010Q-2020Q	Reklam giderlerinin net faaliyet kârı ile Net dönem kâri arasındaki ilişkinin araştırılması		Eş Bütünleşme
Sonuç	Çeyrek verilerin kullanıldığı çalışmada, reklam giderlerindeki artış, kısa dönemde katılım bankacılığı sektörünün net faaliyet kârında ve dönem net kârındaki artışın nedenlerinden birisidir.			
Tabak Aydın ve Kara (2021)	2007Q-2017Q	Geleneksel bankaların reklam harcamaları ile finansal değişkenleri arasındaki ilişkinin belirlenmeye çalışıldığı çalışmada; reklam giderlerinin diğer faaliyet giderleri içindeki oranı, Mevduat toplamının toplam mevduatlara oranı, kredi toplamının toplam kredilere oranı ve net kâr oranı kullanılmıştır.		Panel Veri Analizi
Sonuç	Reklam harcamaları ile krediler ve net kâr/zarar değişkenleri arasında bir ilişkinin olduğu ancak banka bazında farklılıklar gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.			
Zor ve Çam (2021)	2016-2020	Özkaynaklar ve toplanan fonlar	Verilen krediler ve net dönem kârı	Girdi yönlü BCC Modeli ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi (TFVE)
Sonuç	TFVD'ye göre ilk üç sıradaki bankalar Kuveyt Türk, Vakıf Katılım ve Ziraat Katılım Bankası olduğu görülmüştür.			
Aba Şenbayram (2023)	2019-2022	Toplam fonlar, personel gideri ve faiz giderleri	Kullanılan fonlar ve faiz geliri	Çıktı yönlü CCR modeli
Sonuç	2019'da dört, 2020'de altı, 2021'de üç, 2022 yılında ise beş katılım bankasının etkin olduğu bulunmuştur. Katılım bankalarının ortalama etkinlik değerlerinin %90'nın üzerinde olduğu tespit edilmiştir.			
Koçyiğit (2024)	2019-2022	Toplanan Fon ve Kullandırılan Fon	Kâr Payı Gelirleri, Kâr Payı Giderleri ve Faaliyet Kârı	Girdi yönlü CCR ve BCC modelleri
Sonuç	Her iki modele göre her yıl Kuveyt Türk, Türkiye Finans ve Ziraat Katılım bankalarının tam etkin olduğu görülmüştür.			

Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmanın amacı, katılım bankalarının reklam giderleri ile finansal performansları arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığının tespit edilmesidir. Kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Türkiye Katılım Bankaları Birliği (TKBB) sitesinden (https://tkbb.org.tr/veripetegi-detay/44) sağlanmıştır. Reklam Giderleri, bankaların sitelerinden, bağımsız denetimden geçmiş mali tablolarından alınmıştır. Etkinliklerin hesaplanması için 2019 Q1-2024 Q4 çeyrek dönemlerine

ait verilerinden faydalanılmıştır. Çalışma kapsamına alınan katılım bankaları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Katılım Bankaları

KVB	Banka Adı
KB1	Kuveyt Türk Katılım Bankası A.Ş.
KB2	Ziraat Katılım Bankası A.Ş.
KB3	Vakıf Katılım Bankası A.Ş.
KB4	Türkiye Finans Katılım Bankası A.Ş.
KB5	Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş.
KB6	Türkiye Emlak Katılım Bankası A.Ş.

Karar Verme Birimlerinin Seçimi

VZA, birden çok girdi ve çıktıya sahip bir dizi homojen KVB'lerin göreli etkinliğini ölçmek için geliştirilen bir modeldir (Khezrimotlagh, 2014). Analizde yer alacak KVB'lerin karşılaştırılabilir, homojen, aynı pazar koşullarında çalışan, benzer amaçları olan ve yeterli sayıda bulunması gerekmektedir (Ergenekon Arslan ve Güven, 2018; Yılmaz, 2018).

Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi

Tablo 4'de analizde kullanılan değişkenler verilmiştir.

Tablo 4. Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Değişken Adı	**Kodu**
Toplanan Fonlar (TF)	G1
Toplam Aktifler (TA)	G2
Reklam Giderleri (RG)	G3
Kullandırılan Fonlar (KF)	C1
Net Kâr (NK)	C2

VZA'da verilerin pozitif olma koşulu bulunmaktadır. Emlak Katılım'ın 2020 yılı 3. çeyrek net zararı 21.306.000 TL olarak açıklanmıştır. Emlak Katılım Bankası'nın dönem net zararı 0,0001 kabul edilmiştir. İlgili dönemin net kâr tutarları 21.306.000 TL kadar artırılmıştır (Demir ve Gençtürk, 2006; Demirci, 2012).

VZA'da örneklem kapsamında yer alacak karar verme birimleri (N), girdi (m) ve çıktı (s) sayıları için önemli kısıtlar mevcuttur. Karar verme birim sayılarının en az m + s + 1 tane olması, çalışmanın güvenilirliği açısından önemli bir sınırlamadır (Boussofiane vd., 1991). Çalışmada iki girdi ile üç çıktı değişkeni ve altı adet KVB kullanıldığından önerilen kriterler sağlanmıştır. Verilerin analizinde DEAP 2.1 programından faydalanılmıştır.

Araştırma Modelinin Seçimi

Çalışmada analiz yöntemi olarak VZA ve MTFV endeksi kullanılmıştır. Bu kısımda kısaca yöntemlere ilişkin açıklamalara değinilmiştir.

Veri Zarflama Analizi

VZA, iki ve ikiden fazla girdiyi iki ve ikiden fazla çıktıya dönüştüren, homojen birimlerin performansını değerlendirmekte kullanılan veri odaklı bir yaklaşımdır (Cooper vd., 2011). VZA, başlangıçta kâr amacı olmayan kurumların verimliliklerinin ölçülmesinde kullanılmakta iken daha sonraları kâr amaçlı firmaların etkinliklerinin belirlenmesinde de kullanılmaya başlanmıştır (Günay, 2015). Etkinlik analizi, bir dönem verileri ile yapıldığında statik; birden çok dönem verileri kullanıldığında ise dinamik bir nitelik taşımaktadır (Öztürk, 2016). Etkin

olan KVB'ler etkin sınırda yer almaktadır. Etkin olmayan KVB'ler için referans kümesi belirlenir. Referans kümesi, etkin olan KVB'lerden oluşmaktadır. Hedef değerler tespit edildikten sonra iyileştirme işlemleri yapılmaktadır. (Özden, 2008).

CCR modeli Charnes, Cooper, Rhodes (1978), BCC Banker, Charnes, Cooper (1984) tarafından geliştirilmişlerdir. CCR ve BCC modellerinin, girdi ve çıktı odaklı türleri bulunmaktadır. KVB'lerin girdiler üzerinde kontrollerinin olmadığı veya çok az olduğu durumlarda çıktı odaklı; aksi halde girdi odaklı model kullanılmalıdır (Özden, 2008). Çalışmada firma etkinliklerinin hesaplanmasında CCR modeli tercih edilmiştir. Girdi odaklı CCR modeli (Behdioğlu ve Özcan, 2009);

$$\mathrm{E_k} = Min\alpha - \varepsilon \sum_{\mathrm{i}=1}^{m} \mathrm{s}_i^{-} \;\; \varepsilon \sum_{\mathrm{r}=1}^{p} s_{r^{+}} \qquad (1)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\,\lambda_j + \mathrm{s}_i^{-} - \alpha \mathrm{X}_{ik} = 0 \qquad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{ij}\,\lambda_j - \mathrm{s}_{r^{+}} - Y_{rk} = 0 \qquad (3)$$

$\lambda_j, \mathrm{S}_i^{+}, \mathrm{S}_i^{-} \geq 0$ $n:$ karar verme birimi sayısı,

$j = 1, \ldots, m$

$r = 1, \ldots, p$

$i = 1, \ldots, m$

$\mathrm{E_k}:$ karar biriminin etkinliği, α : etkinliği ölçülen k karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltabileceğini belirleyen daralma katsayısı, $\varepsilon:$ sıfırdan büyük küçük bir sayı, s_i^{-} : k karar biriminin $i.$ girdisine ait atıl değer, $\mathrm{s}_{r^{+}}$: k birimin r. çıktısına ait atıl değer, x_{ik} : $k.$ birim tarafından kullanılan i. girdi, x_{ij} : j. birim tarafından kullanılan i. girdi, y_{ij} : j. birim tarafından üretilen i. çıktı, y_{rk}: k. birim tarafından üretilen r. çıktı, $n:$ karar verme birimi sayısı, $\lambda_j:$ j. karar biriminin aldığı yoğunluk değeri, p: çıktı sayısı, $m:$ girdi sayısı,

Modelde birimin etkinlik koşulu,

$\alpha = 1$, $\mathrm{s}_i^{-} = 0$, $\mathrm{s}_{r^{+}} = 0$, $\lambda_k = 1$, $\mathrm{E_k} = 1$

olması gerekmektedir.

Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Analizi

Verimlilik, bir adet girdi ile bir adet çıktının oranlanması ile bulunan etkinlik kriteridir. Verimlilik = Çıktı / Girdi şeklinde formüle edilmektedir. Verimliliğin kısmi verimlilik, toplam faktör verimliliği ve toplam verimlilik olmak üzere çeşitleri vardır (Taşçı, 2011; Yükçü ve Atağan, 2009). Kısmi verimlilik, bir üretim sürecinde girdi olarak kullanılan bir üretim faktörünün çıktıya oranlanması olarak ifade edilirken; toplam faktör verimliliği, üretim faktörlerinin tümünün belirlenmiş ağırlıklarla toplamının çıktıya bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Demirci, 2018).

Etkinlik, genel olarak amaca ve/veya amaçlara ulaşabilme düzeyidir. Diğer bir ifade ile gerçekleşen ile gerçekleşmesi istenilene ne derece ulaşılabildiğini gösteren bir ölçüttür.

Etkinlik, mal ve hizmet üretiminde elverişli kaynaklarla en fazla çıktıya ulaşabilme imkânı sağlayan kullanımı ifade etmektedir. Etkinlik, olması gerekenin (standart-beklenen) fiilen gerçekleşene oranlanması ile bulunur. Bir işyerinde aynı işi yapan iki işçinin birisi üç saatte diğeri 2,5 saatte işi başarabiliyorsa birinci işçinin etkinlik seviyesi diğerine göre daha düşük olduğuna karar verilir (Yükçü ve Atağan, 2009; Yalçın, 2021).

Bir firmanın veya sektörün verimliliğini kısmi verimliliği dikkate alarak ölçmek hatalı sonuçlara neden olabilmektedir. Dolaysıyla tek bir endeks ile toplam faktör verimliliğinin ifade edilmesi daha anlamlı olmaktadır. Tornqvist ve Malmquist endeksleri olarak bilinen endeksler, toplam faktör verimliliğindeki değişimi (TFVD) ölçen yaklaşımlardır (Hassan ve Isik, 2003). MTFV endeksi, VZA'ya dayalı bir tekniktir. MTFV, verimlilik değişimlerinin nedenini, teknik etkinlikteki değişim (TED) ve teknolojideki değişmeye (TD) dayandırmaktadır. Teknik etkinlikteki değişme (TED) ile teknolojik değişme (TD) toplam faktör verimliliğindeki (TFV) değişmenin unsurlarını; saf teknik etkinlikteki değişme (STED) ile ölçek etkinliğindeki değişme (ÖED) ise teknik etkinlik değişiminin (TED) unsurlarını oluşturmaktadır (Lorcu, 2010). TFVD ile TED, aşağıdaki eşitlikler ile ifade edilir;

TFVD = TED*TD
TFVD = TD*STED*ÖED
TED = STED*ÖED
Etkinlik değişimindeki yorumlamalar (Akhisar ve A. Tezergil, 2014; Tutkavul, 2019; Günay, 2015);

- TED, belirli bir çıktıyı minimum miktarda girdi kullanarak elde etmeyi ifade etmektedir.
- TD, kullanılan teknolojideki değişimi ifade etmektedir.
- STED, yönetsel etkinliği ölçen değerdir.
- ÖED, firmanın uygun ölçekte faaliyette bulunulduğunu göstermektedir.

TFVD > 1 ise verimlilik değişimindeki artışı,

TFVD < 1 ise verimlilik değişimindeki azalışı,
TFVD = 1 ise verimlilik değişiminde değişiklik olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır.
TED, TD > 1 ise teknik etkinlik ve teknolojik ilerlemeyi,
TED, TD < 1 ise teknik etkinlik ve teknolojik gerilemeyi göstermektedir.
SED, ÖED > 1 ise firmanın yönetsel etkinlik ve uygun ölçekte faaliyet gösterdiği anlamına gelmektedir (Lorcu, 2010).

Göreli Etkinliğin Ölçümü

Çalışmada, girdi yönelimli ölçeğe göre değişken getiri (CCR) modeline göre etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Etkinlik değerlerinin hesaplanmasında girdi değişkenleri olarak Toplanan Fonlar (G1) ve Toplam Aktifler (G2); çıktı değişkenleri olarak da Kullandırılan Fonlar (Ç1) ve Net Kâr (Ç2) alınmıştır. İşletmelerin en uygun ölçekte faaliyet gösterdikleri kabul edildiğinde ölçeğe göre sabit getiri (CCR) modelinin daha tutarlı olduğu ifade edilmektedir.

Girdi yönlü CCR ve BCC modelinde, belirli bir çıktı bileşimini üretebilmek için kullanılacak en uygun girdi bileşiminin ne olması gerektiğini belirler. Katılım Bankalarının 2019-2024 yılları arası girdi yönlü CCR etkinlik değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 5). Tabloda kalın ve italik olarak verilen değerler, reklam giderlerinin dahil edilmesi ile oluşturulan ikinci modelin etkinlik değerlerini göstermektedir.

Tablo 5. Katılım Bankalarının 2019-2024 Dönemi Girdi Yönlü CCR Etkinlik Değerleri

KVB	2019		2020		2021		2022		2023		2024	
Kuveyt Türk	0.741	***0.938***	0.782	***0.857***	0.912	***1.000***	0.736	***1.000***	0.993	***0.993***	1.000	***1.000***
Ziraat Katılım	**1.000**	***1.000***	**1.000**	***1.000***	**1.000**	***1.000***	**1.000**	***1.000***	**1.000**	***1.000***	**1.000**	***1.000***
Vakıf Katılım	0.758	***0.791***	1.000	***1.000***	1.000	***1.000***	1.000	***1.000***	1.000	***1.000***	1.000	***1.000***
Türkiye Finans	0.770	***1.000***	0.872	***1.000***	0.833	***0.833***	0.833	***0.833***	1.000	***1.000***	0.908	***0.908***
Albaraka Türk	0.757	***1.000***	0.797	***1.000***	0.847	***1.000***	0.775	***1.000***	0.797	***0.964***	0.869	***0.869***
Türkiye Emlak	1.000	***1.000***	0.844	***0.844***	1.000	***1.000***	0.822	***0.822***	0.827	***0.827***	1.000	***1.000***
Ortalama	0.838	***0.955***	0.883	***0.950***	0.932	***0.972***	0.861	***0.942***	0.936	***0.964***	0.963	***0.963***
E.B.S*.	2	***4***	2	***4***	3	***5***	2	***4***	3	***3***	4	***4***

*, etkin banka sayısı.

VZA'nın girdi odaklı ölçeğe göre sabit getiri (CCR) varsayımı ile hesaplanan KVB'lerin etkinlik analizi sonucuna göre (Tablo 5), 2019'da iki, 2020'de iki, 2021'de üç, 2022'de iki, 2023'de üç ve 2024'de dört banka göreli etkin olarak bulunmuştur. Ziraat Katılım Bankası tüm çalışma dönemi itibariyle göreli etkin olarak bulunmuştur. Sözü edilen bankanın, en uygun ölçekte faaliyet gösterdiği anlaşılmıştır (Özçelik & Avcı Öztürk, 2019). Çalışma dönemi itibari ile en fazla göreli etkin firma sayısı (5 KVB) 2021 yılında ve ikinci model sonuçlarında gerçekleşmiştir. İlk dönem olan 2019'a göre ortalama etkinlik değeri %14,92 yükselmiştir.

Toplam Referans Sayıları

Etkin firmaların derecelendirilmelerinde, toplam referans sayısına bakılmaktadır (Yalama & Sayım, 2008). Reklam giderlerinin dikkate alınmadığı birinci modelde, Ziraat Katılım etkin olmayan KVB'ler tarafından 18 kez, Vakıf Katılım 4 kez, Türkiye Finans ile Türkiye Emlak 3'er kez referans gösterilmiştir. Reklam giderlerinin girdi değişkeni olarak ilave edildiği ikinci modelde, Ziraat Katılım 9 kez, Türkiye Finans 5 kez referans gösterilmiştir. Her iki modelde de Ziraat Katılım Bankası, en çok referans gösterilen banka olmuşdur (Toplamda 27 kez). Göreli etkin olmayan bankalar, faaliyetlerini etkin bankalara benzeterek etkin banka konumuna gelebileceklerdir. Toplam referans sayıları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Toplam Referans Sayıları

KVB	2019		2020		2021		2022		2023		2024		TOPLAM		GENEL TOPLAM
Kuveyt Türk											2	***2***	2	***2***	***4***
Ziraat Katılım	4	***2***	4	***2***	3	***1***	4	***2***	1		2	***2***	18	***9***	***27***
Vakıf Katılım			2		1				1				4		***4***
Türkiye		***1***		***1***					1	***3***			3	***5***	***8***
Albaraka		***1***		***1***										***2***	***2***
Türkiye	1	***1***			2	***1***							3	***2***	***5***

Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Analizi

KVB'lerinin faaliyet dönemleri itibariyle verimliliklerinde meydana gelen değişimi ve verimlilik değişiminin unsurlarını açıklama imkânı veren Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi (MTFV) kullanılmıştır. Ağırlıklandırılmış çıktının ağırlıklandırılmış girdi toplamına oranı, VZA'da etkinlik olarak tanımlanmaktadır (Boles vd., 1995). MTFV endeksi, teknolojinin

ölçeğe göre sabit getiri gösterdiğini varsaydığından, bankaların etkinliklerinin karşılaştırılmasında, bu varsayım altında hesaplanan TFV endeksi kullanılmıştır (Yaşar, 2019).

Tablo 7. KVB'lerin Malmquist Endeksi ve Unsurlarındaki Ortalama Değişim Değerleri

KVB	Teknik Etkinlik Değişimi (TED)		Teknoloji Değişimi (TD)		Saf Teknik Etk. Değişimi (STED)		Ölçek Etkinlik Değişimi (ÖED)		TFV Değişimi (TFVD)	
Kuveyt Türk	0.993	***1.000***	1.079	***1.124***	1.000	***1.000***	0.993	***1.000***	1.071	***1.124***
Ziraat Katılım	1.000	***1.000***	1.004	***1.094***	1.000	***1.000***	1.000	***1.000***	1.004	***1.094***
Vakıf Katılım	1.000	***1.000***	1.018	***1.065***	1.000	***1.000***	1.000	***1.000***	1.018	***1.065***
Türkiye Finans	1.020	***1.020***	1.064	***1.253***	1.000	***1.000***	1.020	***1.020***	1.084	***1.278***
Albaraka Türk	0.991	***1.029***	0.990	***0.972***	0.993	***1.000***	0.997	***1.029***	0.980	***0.999***
Türkiye Emlak	1.000	***1.000***	1.177	***1.239***	1.000	***1.000***	1.000	***1.000***	1.177	***1.239***
Ortalama*	1.000	***1.008***	1.053	***1.120***	0.999	***1.000***	1.002	***1.008***	1.054	***1.129***

*Tüm Malmquist endeks ortalamaları geometrik ortalamalardır.

Tablo 7'de, ilk sütun reklam giderleri değişkeninin analize alınmadığı birinci modeli; diğer sütun ise reklam giderlerinin analize dahil edildiği ikinci modelin sonuçlarını vermektedir.

Reklam giderlerinin analize sokulmadığı birinci modelde, Teknik Etkinlikte değişme olmamıştır. Teknoloji değişiminde %5,3; Ölçek Etkinliğinde %0,2 ve Toplam Faktör Verimliliğinde %5,4 oranında artış kaydedilmiştir. TFV'deki artışın nedeni, TD'deki %5,3'luk artıştan kaynaklanmaktadır. Faktör Verimliliği en fazla artan bankanın Türkiye Emlak (%17,7); Faktör Verimliliği (TFV) azalan tek bankanın ise Albaraka Türk (%2) olduğu tespit edilmiştir.

Teknik Etkinlik (%2) ve Ölçek Etkinliğinde (%2) Türkiye Finans; Teknoloji (%17,7) ve Toplam Faktör Verimlilik değişiminde (%17,7) Türkiye Emlak ilk sırada gelmektedir. Albaraka Türk, Teknik Etkinlik, Teknoloji, Saf Teknik ve Toplam Faktör Verimlilik değişiminde etkinlik kazanamamıştır.

Reklam giderlerinin analize dahil edildiği ikinci modelde, Teknik Etkinlik %0,8; Teknoloji %12; Ölçek Etkinliği %0,8 ve Toplam Faktör Verimliliği %12,9 olarak hesaplanmıştır. Saf Teknik Etkinliğinde herhangi bir değişme olmamıştır. Teknoloji (%25,3) ve Toplam Faktör Verimlilik Değişiminde (%27,8) en yüksek artışı Türkiye Finans elde etmiştir. Toplam Faktör Verimlilik değişiminde Türkiye Emlak (%23,9) ikinci, Kuveyt Türk %12,4 oranı ile üçüncü sırada gelmektedir. Her iki banka için Teknoloji Değişim oranı, ağırlıklı olarak etkili olmuştur. En yüksek Teknik Etkinlik Değişim oranına sahip olan Albaraka Türk, Teknoloji Değişim oranının düşüklüğü nedeniyle Toplam Faktör Verimliliği açısından en düşük düzeyde kalmıştır.

2022-2023 döneminde yıllık ortalama faktör verimlilik değeri, birinci modelde %34,4 azalmıştır. Faktör verimliliğinde en fazla artış 2023-2024 döneminde ve %33,3 olarak gerçekleşmiştir. Faktör verimliliğindeki artışın en büyük nedeni, Teknoloji Değişimindeki %29 artış oranıdır. Aynı durum 2019-2020 ve 2020-2021 dönemleri için de söylenebilir. İkinci modelde, Toplam Faktör Verimliliği yıllık ortalama %12,9 artmıştır. Verimlilik artışındaki en önemli faktör Teknoloji Değişim oranıdır (%12). En yüksek Faktör Verimlilik değişimi 2019-2020 döneminde yaşanmıştır (%90,8). Verimlilik artışı 2022-2023 döneminde %56,9; 2023-2024 döneminde ise %4,6 oranında gerçekleşmiştir. 2020-2021 ve 2021-2022 dönemlerinde sırası ile %38,7 ve %4,5 oranında verimlilik kaybı yaşanmıştır. Verimlilik kayıplarındaki en önemli faktör, Teknoloji Değişimindeki negatif azalmadır.

Tablo 8. Malmquist Endeksi ve Unsurlarının Yıllık Ortalama Değerleri

YILLAR	Teknik Etkinlik Değişimi		Teknoloji Değişimi		Saf Teknik Etkinlik Değişimi		Ölçek Etkinlik Değişimi		TFV Değişimi	
2019-2020	1.000	**1.036**	1.245	**1.842**	0.993	**1.000**	1.007	**1.036**	1.244	**1.908**
2020-2021	1.014	**0.979**	1.159	**0.626**	0.993	**0.998**	1.022	**0.981**	1.176	**0.613**
2021-2022	0.982	**1.009**	1.040	**0.946**	0.999	**0.987**	0.983	**1.023**	1.021	**0.955**
2022-2023	0.974	**0.978**	0.670	**1.605**	1.015	**1.016**	0.959	**0.962**	0.653	**1.569**
2023-2024	1.034	**1.040**	1.290	**1.006**	0.995	**1.000**	1.039	**1.040**	1.333	**1.046**
Ortalama*	1.000	**1.008**	1.053	**1.120**	0.999	**1.000**	1.002	**1.008**	1.054	**1.129**

*Tüm Malmquist endeks ortalamaları geometrik ortalamalardır.

Genel anlamda bir değerlendirme yapıldığında, reklam giderleri katılım bankalarının yıllık ortalama değişim oranlarını yükseltmiştir. TFV Değişimindeki en önemli faktör, Teknoloji Değişiminden kaynaklanmaktadır. Bankaların Ölçek etkinlik artışı ise düşük düzeyde kalmıştır. Toplam Faktör Verimlilik değişim oranları, reklam giderlerinin bankaların verimliliklerini artırdığını göstermektedir. En yüksek verimlilik artışını %27,8 ile Türkiye Finans; daha sonra %23,9 ile Türkiye Emlak ve %12,4 ile de Kuveyt Türk elde etmişlerdir. Ziraat Katılım %9,4; Vakıf Katılım ise %6,5 verimlilik artışı sağlamıştır. Albaraka Türk'ün çok az düzeyde (%0,1) bir verimlilik kaybı yaşadığı anlaşılmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, bankacılık sektöründe faaliyet gösteren 6 katılım bankasının reklam giderlerinin finansal etkinlikleri üzerindeki etkisi ölçülmeye çalışılmıştır. Etkinliklerin ölçümünde VZA, verimlilik unsurlarındaki değişimler için MTFV Endeksi kullanılmıştır. İki farklı model, 2019-2024 yılları arası, altı yıllık ve çeyrek dönem verileri ile yapılan analizlerden elde edilen bulgulara göre;

Reklam giderleri değişkeninin dahil edilmediği birinci modelde 2019, 2020 ve 2022 yıllarında iki, 2021 ve 2023 yıllarında üç, 2024 yılında dört katılım bankası etkin bulunmuştur. Reklam giderleri değişkeninin girdi değişkeni olarak analize alındığı ikinci modelde 2019, 2020, 2022 ve 2024 yıllarında dört, 2021 yılında beş ve 2023 yılında üç banka etkin bulunmuştur. Her iki modelde de tüm yıllar etkin olan tek bankanın Ziraat Katılım olduğu görülmüştür. Çalışmanın ilk yılı olan 2019'a göre etkinlik ortalama değeri, birinci modelde %14,92; ikinci modelde %0,84 oranında arttığı belirlenmiştir.

Altı yıllık faaliyet döneminde Ziraat Katılım birinci modelde 18; ikinci modelde 9 kez referans gösterilmiştir. Türkiye Finans birinci modelde üç, ikinci modelde 5 kez referans gösterilen ikinci katılım bankası olmuşlardır.

TFV değişimi, birinci modelde %5,4; ikinci modelde %12,9 olarak hesaplanmıştır. Verimlilik artışı %166,67 oranında yükselmiştir ki bunun anlamı reklam giderleri, katılım bankalarının verimlik artışında önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Tabak Aydın ve Kara (2022), çalışmalarında 2010-2020 yılları ve çeyrek dönem verileri ile 12 adet ticari bankalar için yaptıkları çalışmada, iki farklı model kullanmışlardır. Reklam yapmanın, bankaların finansal performanslarını ortalama %3 artırdığı tespit edilmiştir. Ergün ve Ok Ergün (2020), 2010-2020 yılları arasında çeyrek dönem verileri ile yaptıkları çalışmada, katılım bankacılığı sektörünün finansal performansı ile reklam giderlerinin eş bütünleşik olduğu; yani değişkenlerin uzun

dönemde aynı yönde hareket ettikleri görülmüştür. Sözü edilen çalışmalardan edinilen sonuçlar, bu çalışmanın sonuçlarını teyit etmektedir.

Bu çalışmada, bankacılık sektöründe faaliyet gösteren Katılım Bankalarının göreli etkinlik ve verimlilik değişimleri araştırılmıştır. Çalışma altı yıllık ve çeyrek dönem verilerini kapsamaktadır. Tercih edilen veri zarflama analizi modelleri, tercih edilen değişkenler, değişken sayıları, dönem sayısının azalması ve/veya artırılması, KVB sayılarında olan değişiklikler analiz sonuçlarını farklılaştıracağı dikkate alınmaldır.

KAYNAKLAR

Akhisar, İ. & A. Tezergil, S. (2014). Malmquıst toplam faktör verimlilik endeksi: Türk sigorta sektörü uygulaması. Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 5(10), 1-14.

Banker, R.D., Charnes, A. & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale ınefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(9), 1078-1092.

Behdioğlu, S. & Özcan, G. (2009). Veri zarflama analizi ve bankacılık sektöründe bir uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 14(3), 301–326.

Boles, J.S., Donthu, N. & Lohtia, R. (1995). Salesperson evaluation using relative performance efficiency: the application of data envelopment analysis. Journal of Personal Selling and Sales Management, 15(3), 31-38, Erişim adresi: https://www.jstor.org/stable/40472212. (10 Ağustos 2019).

Boussofiane, A., Dyson. R. & Rhodes. E. (1991). Applied Data Envelopment Analysis. European Journal Of Operational Research, 52:1-15.

Bolat, İ. & Akardeniz, E. (2020). Türkiye'deki Katılım Bankalarının Etkinlik Analizi. Journal of Economics and Research, 1(2), 42-53.

Bozdoğan, T., Ersoy, B. & Kaygusuz, M. (2018). Camels Değerlendirme Sistemiyle Katılım Bankalarının Finansal Performanslarının Topsis Yöntemiyle Analizi, 5(30), 4309-4323.

Bozkurt, E., Sevinç, H. & Sevinç, D.E. (2019). Katılım Bankacılığının Etkinliği Üzerine Bir Değerlendirme: Türkiye Örneği, Internatıonal Congress of Islamic Economy, Finance and Ethics (ISEFE), 27-28 Nisan 2019, İstanbul, 28-39.

Dinç, Y., Akay, H. & Karacan, H. (2013). *Banka ve Sigorta Muhasebesi*, Ed. Aslanoğlu, S., T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2745, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1703, 1. Baskı, Eskişehir, 2013.

Zor İ. & Çam E. (2021). Türkiye Katılım Bankalarının Finansal Etkinliklerinin VZA ve Malmquist TFV Endeksi Metoduyla Analizi. İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, (INIJOSS), 10(2), 241-263.

Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429–444.

Cooper, WW., Seiford, LM. & Z, Zhu (2011). Handbook on data envelopment analysis, Second Edition. Erişim Tarihi: 14.04.2021. Erişim Adresi: https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=fBbrAjpSpLYC&oi=fnd&pg=PR3&dq=data+envelopment+analysis+definition&ots=vcju0lKw1Z&sig=m4v3kdjgLzF_R32g41fwZI6lYmI&redir_esc=y#v=onepage&q=data%20envelopment%20analysis%20definition&f=false.

Çarıkçı, O. & Akbulut, F. (2020). Türk Bankacılık Sektörünün Veri Zarflama Analizi ile Etkinliğinin Ölçülmesi. İşletme Araştırmaları Dergisi, 12(1), 215-226.

Dağ, S. (2011). Türkiye'deki Katılım ve Mevduat Bankalarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.

Demir, Y. & Gençtürk, M. (2006). İMKB'de işlem gören yerli ve yabancı bankaların göreli etkinliklerinin veri zarflama analizi ile ölçümü. Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 21 (2), 49-74.

Demirci, A. (2012). OECD üyesi ülkelerin ekonomik ve sosyal etkinliklerinin veri zarflama analizi yöntemiyle belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Demirci, A. (2018). Teori ve uygulamalarla veri zarflama analizi. Gazi Kitabevi, Haziran 2018.

Ergün, T. & Ergün H. (2020). Katılım bankacılığı sektörünün finansal performansı ile reklam gideri ilişkisinin araştırılması. KAÜİİBFD, 11(22), 816-839.

Güney, G. (2018). Türkiye' de Devlet Eliyle Katılım Bankacılığı Dönemi: Bir Etkinlik Analizi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22(3), 1539-1546.

Koçyiğit, M. M. (2024). "Katılım Bankalarının Finansal Etkinlik Analizi" International Social Sciences Studies Journal, (eISSN:2587-1587) 10(4), pp:546-552. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.110 97913

Günay, B., (2015). BİST'te işlem gören KOBİ gıda işletmelerinin veri zarflama analizi yöntemi ile etkinliklerinin ölçülmesi. Akademik Bakış Dergisi, Sayı: 47, Ocak – Şubat 2015, Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi.

Hassan, M.K. & Isik, I. (2003). Financial disruption and bank productivity: the 1994 experience of Turkish banks. The Quarterly Review of Economics and Finance. 43, 291–320.

Karaca S.S., Ekşi İ. H. & Altemur, N. (2019). Türkiye'deki Katılım Bankalarının Etkinlik Analizi. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 10(2), 280-290.

Karakaya, A. (2018). Katılım Bankalarının Teknik ve Ölçek Etkinlikleri. Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi, 2(2), 109-118.

Aba Şenbayram, E. (2023). Türkiye'deki Kamu ve Özel Katılım Bankalarının Etkinlik Performanslarının Analizi: 2019-2021 Dönemi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Cilt: 14, Sayı: 100. Yıl Özel Sayısı, 127-137.

Lorcu, F. (2010). Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: Türk otomotiv sanayi uygulaması. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 39(2), 276-289.

Özçelik, F. & Avcı Öztürk, B. (2019). Girdi olarak maliyetlere yönelik veri zarflama analizi modelleri ile göreli etkinlik analizi. İşletme Araştırmaları Dergisi, 11(2), 1011-1028.

Özden, Ü. H. (2008). Veri zarflama analizi (vza) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 37(2), 167-185.

Öztürk, E. (2016). Maliyet performansının ölçümü için göreli etkinlik analizi: BİST çimento sektöründe veri zarflama analizi uygulaması. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(1), 1-16.

Tabak Aydın, H. & Kara, O. (2021). Reklam Harcamaları Bankaların Finansal Performansını Etkiler Mi? Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 23(4), 665–692. https://doi.org/10.31460/mbdd.837165.

Taşçı, F. (2011). Verimlilik artışında emek etkinliği üzerine bir yaklaşım: Ah-me-t modeli. Sosyal siyaset konferansları, 61(2), 177-199. Erişim Tarihi: 11.03.2022. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/9812.

Tutkavul, K. (2019). Malmquıst toplam faktör verimlilik endeksini kullanarak finansal etkinlik ve verimlilik ölçümü: Borsa İstanbul sınaî endeksinde bir uygulama. *Verimlilik Dergisi*, 2019/2, 49-93.

Yalama, A. & Sayım, M. (2008). Veri zarflama analizi ile imalat sektörünün performans değerlendirmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(1), 89-107.

Yalçın, H. (2021). Etkinlik ve verimlilik arasındaki farklar. Erişim Tarihi: 12.03.2022. Erişim Adresi: https://tr.linkedin.com/pulse/etkinlik-ve-verimlilik-aras%C4%B1ndaki-farklar-dr-hasan-yal%C3%A7in

Yaşar, F. (2019). Veri zarflama analizi ile BİST100'de işlem gören imalat işletmelerinin etkinliklerinin ölçümü. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzincan.

Yılmaz, F. (2018). Sağlık kurumlarının performanslarının veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Türkiye Katılım Bankalar Birliği (2021a). Katılım Bankacılığı Strateji Güncelleme Raporu 2021-2025. https://tkbb.org.tr/Documents/Yonetmelikler/EY_TKBB_Rapor_TR_v16_WEB_2021-2025.pdf 04.06.2025.

Yükçü, S. &Atağan, G., (2009). Etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramlarının yarattığı karışıklık. Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23(4), 1-14.

Türkiye Katılım Bankaları Birliği (2023). 2023 Faaliyet Raporu. https://tkbb.org.tr/upload/TKBB_FRA_2023_MTB_uyg_44.pdf 04.06.2025

Türkiye Katılım Bankalar Birliği (2025). Genel Görünüm. https://www.tkbb.org.tr/veripetegi-detay/5. 03.06.2025.

GLP-1 RESEPTÖR AGONİSTLERİNİN DİYABETİK YARA İYİLEŞMESİNDEKİ YERİ

THE ROLE OF GLP-1 RECEPTOR AGONISTS IN DIABETIC WOUND HEALING

Sevde Nur ÇİFTÇİ

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı

Doç. Dr. Fatih KAR

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı

ÖZET

Diyabetik yaralar, iyileşme süreci uzamış ve komplikasyon riski yüksek lezyonlardır. Son yıllarda GLP-1 reseptör agonistlerinin (GLP-1RA), sadece glisemik kontrol değil, doku onarımı üzerinde de olumlu etkiler gösterdiği deneysel çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu derlemede, 2020–2025 yılları arasında yayımlanmış hayvan ve hücre kültürü temelli araştırmalar incelenmiş; PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında "GLP-1 agonist", "diabetic wound", "Liraglutide", "Semaglutide", "angiogenesis", "inflammation", "macrophage polarization" ve "Exendin (9-39)" anahtar kelimeleriyle literatür taraması yapılmıştır. İncelenen çalışmalarda liraglutid ve semaglutid; NF-κB, Nrf2/HO-1, PI3K/Akt, AMPK ve STAT3 gibi sinyal yolaklarını modüle ederek inflamasyonu azalttığı, oksidatif stresle mücadele ettiği ve makrofajları M2 fenotipine yönlendirdiği gösterilmiştir. Ayrıca keratinosit ve fibroblast aktivitesini destekleyerek epitelizasyonu hızlandırdığı, VEGF üzerinden anjiyogenezi artırdığı, kolajen sentezini ve ekstraselüler matriks yeniden yapılanmasını düzenlediği saptanmıştır. Exendin (9–39) ile yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda, bu etkilerin GLP-1 reseptör aracılığıyla gerçekleştiği doğrulanmıştır. Bu bulgular, GLP-1RA'ların diyabetik yara iyileşmesinde potansiyel terapötik ajanlar olarak değerlendirilmesini desteklemektedir; ancak bu etkinin klinik düzeye taşınabilmesi için insan çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: GLP-1, antagonist, Exendin(9-39), diyabetik yara, VEGF, makrofaj, yara iyileşmesi

ABSTRACT

Diabetic wounds are chronic lesions with delayed healing and a high risk of complications. In recent years, GLP-1 receptor agonists (GLP-1RAs) have been shown in experimental studies to exert beneficial effects not only on glycemic control but also on tissue regeneration. This review analyzed animal and in vitro studies published between 2020 and 2025. A literature search was conducted using PubMed, Scopus, and Web of Science databases with the keywords: "GLP-1 agonist," "diabetic wound," "Liraglutide," "Semaglutide," "angiogenesis," "inflammation," "macrophage polarization," and "Exendin (9–39)." According to the reviewed studies, liraglutide and semaglutide reduce inflammation by modulating pathways such as NF-κB, Nrf2/HO-1, PI3K/Akt, AMPK, and STAT3; promote M2 macrophage polarization; enhance keratinocyte and fibroblast activity; support re-epithelialization and angiogenesis via VEGF; and regulate collagen synthesis and extracellular matrix remodeling. Studies using Exendin (9–39), a GLP-1 receptor antagonist, confirmed that these effects are receptor-mediated. These

findings support the potential role of GLP-1RAs as therapeutic agents in diabetic wound healing; however, further human clinical studies are needed to translate these effects into practice.

Keywords: GLP-1, agonist, Exendin (9-39), diabetic wound, VEGF, macrophage, wound healing

Giriş

Diabetes Mellitus (DM), insülin sekresyonu, insülin etkisi veya her ikisinde meydana gelen bozulmalar ile ortaya çıkan, hiperglisemi ile seyreden metabolik bir hastalıktır. (American Diabetes Association,2024). Tip 1 Diyabet, otoimmün mekanizmalar ile pankreatik -β hücrelerinin tahribatı sonucu gelişen mutlak insülin eksikliği ile karakterizeyken; tip 2 diyabet, insülin direnci ve ilerleyici β-hücre disfonksiyonu ile tanımlanır. (DeFronzo et al.,2015). Hiperglisemi, kronik inflamasyon ve oksidatif stres yoluyla hem retinopati, nefropati, nöropati gibi mikrovasküler ve koroner arter hastalığı, inme gibi makrovasküler komplikasyonlara zemin hazırlar. (Dilworth et al.,2024).

Diyabetik yaralar, meydana gelen bu komplikasyonlardan en yaygınıdır ve özellikle alt ekstremitelerde gelişerek yara iyileşmesi geciken ve ampütasyon riski taşıyan ciddi bir klinik sorundur. (Armstrong et al.,2017). Diyabetik yaraların patofizyolojisine bakıldığında kronik inflamasyon, azalmış anjiyogenez, hücresel disfonksiyon (fibroblast, keratinosit), makrofaj polarizasyonda bozulmalar ve oksidatif stres gibi temel biyokimyasal etkiler olduğu görülür. (Liu et al.,2022). Geleneksel tedaviler yara bakımı, enfeksiyon kontrolü ve glisemik düzenlemeye odaklıyken, son yıllarda biyomühdenislik temelli doku onarıcı yaklaşımlar, antioksidan tedaviler, biyoaktif ajanlar ve sinyal yolaklarını hedef alan farmakolojik ajanlar üzerinde çalışılmaktadır. Bu kapsamda, GLP-1 (Glukagon Benzeri Peptid-1) reseptör agonistleri, sadece glisemik kontrol değil, aynı zamanda anti-inflamatuvar, anjiyogenez arttırıcı ve rejeneratif etkileri ile dikkat çekmektedir (Drucker 2018; Jin et al.,2021; Yao et al.,2024). GLP-1 agonistleri arasında özellikle liraglutid ve semaglutid, preklinik modellerde yara iyileşmesini hızlandıran etkileriyle ön plana çıkmıştır. Bu etkilerin GLP-1 reseptörü aracılığıyla gerçekleştiği ve Exendin (9-39) gibi reseptör antagonistleri ile yapılan deneysel çalışmalarda gösterilmiştir. (Zhang et al.,2020; Li et al.,2021). Böylece bu agonistlerin yalnızca kan şekeri düzenleyicileri değil, aynı zamanda potansiyel terapötik rejeneratif ajanlar olabileceği ortaya konmuştur.

Bu derleme, GLP-1 reseptör agonistlerinin diyabetik yara iyileşmesi üzerindeki mekanistik etkilerini moleküler, hücresel ve deneysel kapsamda ele alarak; literatürdeki güncel gelişmeler ışığında terapötik potansiyellerini tartışmayı amaçlamaktadır.

1. GLP-1 Reseptör Sisteminin Fizyolojik Rolü

GLP-1, bağırsak L hücrelerinden salgılanan bir inkretin hormonu olup, insülin sekresyonunu artırır ve glukagon salınımını baskılar (Holst et al., 2009). Gıda alımıyla birlikte özellikle karbonhidrat ve yağ varlığı, GLP-1 salınımını uyarır. GLP-1, plazmada hızla yıkıma uğrar; dolaşımdaki yarı ömrü 1-2 dakikadır. Bunun temel nedeni, dipeptidil peptidaz-4 (DPP-4) enzimi tarafından hızlıca parçalanmasıdır. (Drucker, 2018). GLP-1, başta pankreas-ß hücreleri olmak üzere beyin,kalp,mide-bağırsak sistemi ve böbreklerde bulunan GLP-1 reseptörüne (GLP-1R) bağlanarak etki gösterir. Reseptör, hücre zarında bulunan bir G-protein bağlı reseptördür (GPCR) ve aktivasyonu ile adenilat siklaz aracılığıyla (cAMP) (cyclic AMP) düzeyi artar. Bu sinyalleme yolakları, hücrede insülin gen ekspresyonu, hücre hayatta kalımı,

inflamasyon kontrolü ve doku yenilenmesi gibi süreçleri tetikleyebilir. (Drucker, 2018; Lau et al.,2015).

GLP-1 reseptör agonistleri (GLP-1RAs), endojen GLP-1'in etkilerini taklit eden ve DPP-4 yıkımına direnç gösteren sentetik peptitlerdir. Bu ajanlar arasında liraglutid, semaglutid, dulaglutid, exenatid gibi ajanlar yer alır. Klinik olarak tip 2 diyabet, obezite ve kardiyovasküler risk yönetiminde yaygın şekilde kullanımı mevcuttur (Madsbad, 2016; Marso et al.,2016a).

Son yıllarda GLP-1RAs'nin bu temel ve klasik etkilerinin ötesine geçilerek antioksidan, anjiyogenez destekleyici, anti-inflamatuvar ve rejeneratif özellikler gösterdiği anlaşılmıştır. Bu nokta onları sadece glisemik kontrol ajanları olarak değil, doku onarımını hedefleyen terapötik adaylar haline getirmiştir (Jin et al.,2021; Liu et al.,2022).

2. GLP-1 Agonistlerinin Yara İyileşmesindeki Etkileri ve Moleküler Mekanizmaları

Diyabetik yaralar, hipergliseminin neden olduğu oksidatif stres, kronik inflamasyon ve bozulmuş hücre fonksiyonları nedeniyle kronikleşmiş veya kronikleşmeye eğilimli, iyileşmesi güç lezyonlardır (Liu et al.,2022). Bu yaralarda anjiyogenez yetersizliği, keratinosit ve fibroblast migrasyonundaki aksaklıklar, makrofajların M1 fenotipinde ısrarlı olması gibi problemler gözlenir. Son yılllarda yapılan preklinik çalışmalarda, GLP-1 reseptör agonistlerinin (GLP-1RAs) bu süreçlere doğrudan etkilerde bulunarak yara iyileşmesini hızlandırabileceği gösterilmiştir (Jin et al.,2021; Yao et al.,2024).

Anti-İnflamatuvar ve Antioksidan Etkiler

Diyabetik yara ortamında hiperglisemiye bağlı olarak nükleer faktör-kappa B (NF-kB) yolunun aktivasyonu sonucu proinflamatuvar sitokinler (TNF-α, IL-1β, IL-6) artar ve bu durum kronik inflamasyonunun devamlılığına neden olur. GLP-1 agonistleri bu süreci cAMP aracılığıyla aktive olan protein kinaz A (PKA) yoluyla NF-kB transkripsiyonunu baskılayarak azaltabilir (Drucker,2018; Jin et al.,2021).

Ayrıca GLP-1R agonistlerinin Nrf2 (nuclear factor erythroid r-related fatcor 2) sinyal yolunu aktive ettiği gösterilmiştir. Nrf2, oksidatif stres koşullarında hücre çekirdeğine geçerek HO-1 (heme-oksijenaz-1), NQO1, SOD2 (süperoksit dismutaz 2) gibi antioksidan genlerin ekspresyonunu artırır (Li et al.,2021; Xue et al.,2022). Bu da yara alanındaki reaktif oksijen türlerinin (ROS) temizlenmesini sağlar ve dokusal hasarı sınırlar.

Mitokondri fonksiyonları bakımından, GLP-1 agonistleri AMPK (AMP-activated protein kinase) aktivasyonu yoluyla mitokondriyal biyogenezi ve enerji metabolizmasını destekleyebilir. Bu mekanizma, özellikle PGC-1α üzerinden mitokondriyal DNA replikasyonu ve solunum zinciri aktivitesini artırarak fibroblastların ve keratinositlerin fonksiyonel kapasitesini artırır (Yao et al., 2024; Mao et al.,2024).

GLP-1'in bu etkileri bazı modellerde epigenetik mekanizmalar ve mikroRNA'lar aracılığıyla da gerçekleşmiş olup, örnek vermek gerekirse miR-29b'nin baskılanmasıyla GSK-3β ve β-katenin yolakları aktive edilmiş ve bu da yara iyileşmesini teşvik etmiştir (Zhang et al.,2020).

Makrofaj Polarizasyonu

Makrofajlar, yara mikroçevresindeki bağışıklık tepkisinin yönünü belirlemektedir. Yara iyileşmesinin inflamatuvar fazında yer alan makrofajlar, hem doku hasarına yanıt hem de rejeneratif süreçlerin düzenlenmesinde önemli roller oynar. Bu hücreler iki ana fenotipe ayrılır:

- M1 (klasik,proinflamatuvar): TNF-α, IL-β,IL-6 ve iNOS (inducible nitric oxide synthase,uyarılabilir nitrik oksit sentaz) üretimiyle inflamasyonu sürdürür.

- M2 (alternatif, antiinflamatuvar): IL-10, TGF-β, Arg-1 gibi mediatörlerle iyileşmeyi destekler.

Diyabetik ortamda hiperglisemi ve AGE (iler glikasyon ürünleri) nedeniyle M1 fenotipi baskın kalır, bu da kronik inflamasyon, bozulmuş granülasyon dokusu ve gecikmiş iyileşmeyle sonuçlanır (Chen et al.,2020).

GLP-1 reseptör agonistleri, makrofaj polarizasyonunu M1'den M2'ye kaydırır ve bu patolojik durumu tersine çevirebilir. Bu etki çoğunlukla şu yollar aracılığıyla sağlanır:

- cAMP-PKA sinyali: M2 gen ekspresyonunu (Arg1,CD206) artırır.
- STAT3 aktivasyonu: Özellikle lriaglutid ve M2 polarizasyonunda anahtar transkripsiyon faktörlerindendir. (Chen et al.,2020; Zhao et al.,2024).
- SOCS3 baskılanması: M1 yönelimini sınırlayan bir geri besleme kontrolüdür.
- NF-kB inhibisyonu: Proinflamatuvar transkripsiyon faktörüdür; GLP-1R agonistleri tarafından dolaylı şekilde baskılanabilir.

Histolojik incelemelerde liraglutid ile tedavi edilen diyabetik hayvan modellerinde CD206+, Arg-1+ makrofaj popülasyonunun arttığı, buna karşılık ise iNOS+M1 makrofajlarının azaldığı gösterilmiştir (Zhao et al.,2025).

Ayrıca, topikal liraglutid uygulamasıyla makrofaj alt türleri olan MM2a (rejeneratif) ve M2d (anjiyojenik) fenotiplerinin yara dokusunda farklı zamanlarda baskın hale geldiği raporlanmıştır. Böylece GLP-1R sinyalinin zamanla değişen bağışıklık ortamını hassas bir şekilde regüle edebileceğini düşündürmektedir (Zhao et al.,2025).

Keratinosit Göçü, Fibroblast Aktivitesi ve Ekstraselüler Matriks (ECM) Modülasyonu

Yara iyileşmesinin proliferatif fazında, keratinosit göç ve proliferasyonu, epidermaldeki bütünlüğün tekrar kazanılmasında kritik rol oynar. Ayrıca fibroblastların aktivasyonu ve ECM (extracellular matrix) sentezi, granülasyon dokusunun oluşumu ve yara kontraksiyonu açısından hayati önem taşımaktadır. (Li et al.,2024). Diyabetik ortamlarda bu hücresel süreçler; hiperglisemiye, ROS birikimine ve bozulmuş sinyal yolaklarına bağlı olarak belirgin şekilde baskılanır.

GLP-1 reseptör agonistleri, bu hücrelerin de fonksiyonlarını hem doğrudan hem dolaylı yollarla destekleyerek epitelizasyon sürecini hızlandırmaktadır.

Keratinosit Göçü ve Proliferasyonu

- PI3K/Akt Sinyal Yolu: GLP-1 Agonistleri, PI3K (fosfatidilinozitol 3-kinaz) ve Akt (protein kinaz B) üzerinden sinyal iletimini aktive eder. Bu yol, keratinositlerde proliferasyon, migrasyon ve hayatta kalım süreçlerini teşvik etmektedir. (Shang et al.,2018).
- Myo1c-Dock5 Etkileşimi: Liraglutid, Myo1c (Myosin 1c) proteinini stabilize ederek hücre iskeletini güçlendirir ve Dock5 (dedicator of cytokinesis 5) aracılığıyla Rac1 aktivasyonu sağlar. Bu mekanizma, keratinosit göçünü hızlandırmaktadır. (Li et al.,2024).

Fibroblast Aktivitesi ve ECM Düzenlenmesi

- Kolajen Sentezi: Liraglutid ile tedavi edilen diyabetik modellerde Tip I ve Tip III kolajen ekpresyonunda artış gözlemlenmiştir. Bu etki hem transkripsiyon düzeyinde hem de histolojik olarak doğrulanmıştır (Zhang et al.,2020).
- MMP-TIMP Dengesi: GLP-1R agonistleri, matriks metalloproteinazlar (MMP-2, MMP-9) ve bunların inhibitörleri olan TIMP-1/2 arasındaki dengeyi sağlayarak aşırı ECM yıkımına

engel olur. Bu durum, yara stabilitesinin korunmasında önemli bir faktördür (Liu et al.,2022).

- Aktin İskeleti Organizasyonu: Hücre içi aktin düzenlenmesinde etki gösteren RhoA/ROCK yolaklarının GLP-1 ile modüle edildiği, fibroblastların yara kenarına yönelmesine yardımcı olduğu yine bazı çalışmalarda rapor edilmiştir.

Deneysel Gözlemler

- Liraglutid uygulanmış diyabetik fare modellerinde, keratinosit göçü hızlanmıştır. Proliferasyon belirteçleri olan Ki-67 ve p63 pozitifliği artmıştır.
- Tip I/III kolajen immünohistokimyasal boyaması, GLP-1 agonisti verilen gruplarda yoğunlaşmıştır.
- Exendin (9-39) uygulaması yapıldığında bu hücresel yanıtlar baskılanmıştır. Bu da gözlenen etkilerin reseptör aracılı olduğunu doğrulamaktadır.

Anjiyogenez ve Endotel Fonksiyonu

Diyabetik yaraların iyileşme sürecinde en sık gözlenen problemlerden biri de bozulmuş anjiyogenez, yani damar oluşumundaki yetersizliklerdir. Hiperglisemi ve kronik inflamasyon, endotel hücre proliferasyonunu ve migrasyonunu inhibe eder. Böylece granülasyon dokusunun vaskülarizasyonunu engeller. Bunun sonucunda yara bölgesine yeterli miktarda oksijen ve besin taşınamaz; bu da iyileşmenin gecikmesine sebep olur. (Liu et al.,2022; Yao et al.,2024)

GLP-1 reseptör agonistlerinin bu süreç üzerindeki direkt ve dolaylı etkileri gösterilmiştir. Liraglutid ve semaglutid, hem endotel hücre fonksiyonunu korur, hem de anjiyogenezde rol oynayan molekülleri düzenler:

- AMPK-HIF-1α-VEGF Yolu: GLP-1R agonistleri, AMP (AMP-activated protein kinase) aktivasyonu yoluyla HIF-1α (hypoxia-inducible factor-1α) stabilizasyonunu sağlar. HIF-1α, hipoksi koşullarında VEGF-A (vascular endtothelial growth factor A) ekspresyonunu artırarak yeni damar oluşumunu başlatır. (Li et al.,2021).
- eNOS Aktivasyonu: GLP-1, endotelyal nitrik oksit sentazi (eNOS) aktive ederek damar genişlemesini teşvik eder, oksijenlenmeyi artırır ve endotel fonksiyonu iyileştirir (Drucker,2018).
- CD31 ve vWF Ekspresyonu: Çalışılan fare modellerinde GLP-1 agonistleriyle tedavi edilen yaralarda CD31 (platelet endothelial cell adhesion molecule-1) ve von Willebrand faktör (vWF) pozitif endotel hücrelerinde artış gözlenmiştir. Bu, yeni kapiller damar oluşumunun histolojik bir göstergesi olarak değerlendirildi. (Zhang et al.,2020).
- Nrf2 ile Endotelyal Hücre Koruması: Antioksidan savunma yolakları da anjiyogeneze destek olur. Nrf2 aktivasyonu hem oksidatif hasarı sınırlar hem de endotel progenitör hücrelerin (EPC) migrasyon ve tüp oluşum yeteneğini artırır. (Xue et al.,2022)

Histolojik ve Deneysel Bulgular:

CD31+kapiller yoğunluk, GLP-1RAs uygulanan modellerde anlamlı derecede artış göstermiştir.

VEGF-A ekspresyonundaki artış hem mRNA düzeyinde (RT-PCR), hem protein düzeyinde (immünohistokimya) doğrulanmıştır.

Exendin (9-39) uygulaması, bu etkileri belirgin derecede baskılamıştır. Bu sonuç, gözlenen etkilerin GLP-1 reseptör aracılı olduğunu göstermiştir. (Zhao et al.,2025).

Reseptör-Spesifik Etkinin Kanıtı: Exendin (9-39)

GLP-1 etkisinin gerçekten de reseptör aracılı olup olmadığının anlaşılması amacıyla yapılan çalışmalarda, GLP-1R antagonisti Exendin (9-39) kullanılmıştır. Bu antagonist, liraglutid veya semaglutid ile gözlemlenen iyileştirici etkileri ciddi seviyede baskılamış ve bu ajanların yara dokusu üzerindeki etkilerinin GLP-1 reseptör aktivasyonuna bağlı olduğunu doğrulamaktadır. (Zhang et al.,2020; Zhao et al.,2025).

3. Klinik Potansiyel, Sınırlılıklar ve Gelecek Yönelimler

GLP-1 reseptör agonistleri, günümüzde tip 2 diyabet ve obezite tedavisinde yayın şekilde kullanılmaktadır. Fakat yapılan güncel çalışmalara bakıldığında bu agonistler, glisemik kontrolün ötesine geçen etkileriyle dikkat çekmektedir. Yapılan preklinik çalışmalar, bu ajanların diyabetik yara iyileşmesini hızlandırabileceğini gösterse de; bu bulguların klinik uygulamalara ne ölçüde aktarılabileceği halen bir araştırma konusudur.

Yeni endikasyon kazanımı: Liraglutid ve semaglutid gibi GLP-1 agonistlerinin yara iyileşmesini destekleyici etkileri, bu ilaçların mevcut haldeki endikasyonlarına yeni alanlar eklenmesini mümkün kılabilir.

Sistemik ve lokal etki imkânı: Subkutan enjeksiyon haricinde bazı çalışmalar topikal GLP-1 formlarının yara üzerine uygulanabileceğini ve bu uygulamanın yara üzerinde olumlu etkiler gösterebileceği sonucuna varmıştır. (Zhao et al.,2025).

Antioksidan ve anti-inflamatuvar etkiler sayesinde glisemik kontrolden bağımsız fayda: Normoglisemik hayvan modellerinde de yara iyileşmesini hızlandırmaları, bu etkilerin yalnızca glisemik kontrol kaynaklı olmadığını göstermiştir (Zhao et al.,2025).

Düşük sistemik yan etki profili: Klinik kullanımı olan GLP-1 agonistlerinin güvenlik profilinin bilinmesinden ötürü yara tedavisinde de ön görülebilir ve yönetilebilir yan etkiler beklenmektedir.

Sınırlılık ve Dezavantajlar

Klinik veri eksikliği: Henüz diyabetik yara hastaları üzerinde yapılmış randomize kontrollü insan çalışmaları yoktur. Preklinik çalışmalar umut vaat etmektedir fakat translasyonel güvenilirlik açısından klinik veri gerekmektedir.

Doz ve uygulama yolundaki belirsizlikler: Liraglutid gibi sistemik ajanların yara bölgesine etkili şekilde erişebilmesi için olması gereken uygun doz, süre ve uygulama şekli (sistemik vs topikal) henüz net değildir.

Yüksek maliyet: GLP-1 agonistleri, birçok yara tedavisine göre maliyetlidir. Bu durum yaygın kullanımda ekonomik bir engel sayılabilir.

Formülasyon sınırlılıkları: Topikal GLP-1 formlarının stabilitesi, deri penetrasyonu ve biyoyararlanımı gibi farmasötik zorlukların çözülmesi gerekmektedir.

Gelecek Perspektifi

Çalışmalar klinik aşamaya geçilebilir ve klinik Faz I-II çalışmaları başlatılabilir. Özellikle diyabetik ayak ülserine sahip hastalarda etkinlik ve güvenilirliğin test edilmesi gerekmektedir. Ayrıca GLP-1'in yara üzerine etkili ve hedeflenmiş şekilde uygulanabilmesi için yöntemler daha fazla geliştirilmelidir. GLP-1R agonistlerinin büyüme faktörleri (örneğin EGF) veya hücre temelli tedavilerle kombinasyonu daha etkili sonuçlar verebilir.

Sonuç

GLP-1 reseptör sistemi, sadece glisemik kontrol değil, aynı zamanda yara iyileşmesi biyolojisinin merkezinde yer alan bir sistemdir. Agonistlerin bu süreci nasıl etkilediği, patofizyolojik süreçlerin anlaşılmasına katkı sunmaktadır. Diyabetik yara patofizyolojisinin merkezinde yer alan inflamasyon, oksidatif stres, bozulmuş anjiyogenez ve hücersel disfonksiyon gibi temel biyokimyasal süreçler, GLP-1R aktivasyonu yoluyla modüle edilebilmektedir.

Liraglutid ve semaglutid gibi agonistlerin, Nrf2/HO-1, PI3K/Akt, HIF-1α/VEGF ve STAT3 gibi sinyal yolaklarını aktive ederek antioksidan savunmaya katkı sağladığı, makrofajları M2 fenotipine yönlendirdiği, anjiyogenezi teşvik ettiği ve epitelizasyonu hızlandırdığı çok sayıdaki deneysel modellerde gösterilmiştir.

Bu etkilerin Exendin (9-39) gibi antagonistlerle baskılanabilmesi ise GLP-1R'ye özgü bir mekanizma ile gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu etkilerin sadece hiperglisemik ortamlarda değil, normoglisemik koşullarda da gözleniş olması, GLP-1R agonistlerinin doğruca rejeneratif potansiyel taşıdığını düşündürmektedir.

GLP-1R agonistleri yara iyileşmesinde umut vaat eden ajanlardır ancak mevcut bilgiler ışığında, antagonistlerin klinik yara tedavisinde kullanımı henüz uygun değildir ve bunun için daha fazla klinik-kontrollü çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

American Diabetes Association. (2024). Standards of care in diabetes—2024. Diabetes Care, 47(Supplement_1), S1–S350. https://doi.org/10.2337/dc24-Sint

DeFronzo, R. A., Ferrannini, E., Zimmet, P., & Alberti, G. (2015). International Textbook of Diabetes Mellitus (4th ed.). Wiley Blackwell.

Armstrong, D. G., Boulton, A. J. M., & Bus, S. A. (2017). Diabetic foot ulcers and their recurrence. The New England Journal of Medicine, 376(24), 2367–2375. https://doi.org/10.1056/NEJMra1615439

Dilworth, L., et al. (2024). Diabetes and the associated complications: The role of antioxidants in diabetes therapy and care. Biomedicine & Pharmacotherapy, 181, 117641. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2024.117641

Liu, D., Wang, X., Zhang, T., Li, Y., & Li, J. (2022). GLP-1 receptor agonists promote wound healing via modulating inflammation and angiogenesis in diabetic models. Frontiers in Endocrinology, 13, 854231. https://doi.org/10.3389/fendo.2022.854231

Drucker, D. J. (2018). Mechanisms of action and therapeutic application of glucagon-like peptide-1. Cell Metabolism, 27(4), 740–756. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.03.001

Yao, X., et al. (2024). Semaglutide-loaded nanofiber membrane promotes diabetic wound healing via oxidative stress modulation. European Journal of Pharmacology, 956, 175617. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2024.175617

Zhang, Y., et al. (2020). Liraglutide-loaded PLGA/gelatin fibrous scaffold enhances wound healing in diabetic mice via regulating miR-29b-3p. Biomaterials Science, 8(14), 3892–3906. https://doi.org/10.1039/D0BM00487E

Li, C., et al. (2021). Liraglutide promotes wound healing in diabetic mice via the AMPK-Hif-1α-HO-1 pathway. International Journal of Molecular Medicine, 48(4), 181. https://doi.org/10.3892/ijmm.2021.5034

Jin, T., et al. (2021). GLP-1 analogues and inflammation in diabetic wound healing. Journal of Diabetes Research, 2021, 6645873.

Chen, X., Liu, H., Liu, Y., et al. (2020). Liraglutide accelerates wound healing in diabetic mice by promoting M2 macrophage polarization via STAT3 pathway. International Immunopharmacology, 84, 106538. https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.106538

Zhao, Y., Li, H., Li, T., et al. (2025). GLP-1 Analogues in Wound Healing: Molecular Insights. Frontiers in Nutrition, 11, 1398059. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1398059

Xue, M., Liu, Y., Zhang, Z., et al. (2022). Liraglutide enhances angiogenesis via Nrf2-dependent EPC function in diabetic ischemic limbs. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2022, 9736458. https://doi.org/10.1155/2022/9736458

Yao, X., et al. (2024). Semaglutide-loaded nanofiber membrane promotes diabetic wound healing via oxidative stress modulation. European Journal of Pharmacology, 956, 175617. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2024.175617

Shang, J., Liu, F., Zhang, B., et al. (2018). Liraglutide accelerates wound healing in diabetic mice via the PI3K/Akt signaling pathway. Biochemical and Biophysical Research Communications, 505(2), 436–443. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.10.063

Li, C., Zhang, X., Chen, L., Wang, Q., & Yang, H. (2024). Liraglutide facilitates keratinocyte proliferation and migration by stabilizing Myo1c via Dock5. Journal of Dermatological Science, 120, 109183. https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2024.109183

METABOLİK DENGEYİ BOZAN UNSUR: TİP 2 DİYABETTE MİKROBİYOTA VE SİSTEMİK İNFLAMASYON

THE FACTOR THAT DISTURBS METABOLIC BALANCE: MICROBIOTAS AND SYSTEMIC INFLAMMATION IN TYPE 2 DIABETES

Sevde Nur ÇİFTÇİ

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı

Doç. Dr. Fatih KAR

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı

ÖZET

Bu derleme çalışmasında, tip 2 diyabetin gelişiminde bağırsak mikrobiyotasının rolü ve bu etkileşimin altında yatan biyokimyasal mekanizmalar ele alınmıştır. Son 15 yıl içerisinde yayımlanmış deneysel ve klinik çalışmalar, PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında "dysbiosis", "gut microbiota and type 2 diabetes", "dysbiosis insulin resistance mechanism" ve "oxidative stress microbiota diabetes" anahtar kelimeleriyle taranarak değerlendirilmiştir. Disbiyozisin bağırsak bariyer bütünlüğünü bozarak lipopolisakkarit (LPS) geçişine neden olduğu ve LPS'nin TLR4/NF-κB yolunu aktive ederek inflamasyonu tetiklediği gösterilmiştir. Ayrıca kısa zincirli yağ asitlerinin azalması GLP-1 salınımını ve insülin duyarlılığını olumsuz etkilerken, oksidatif stres ve proinflamatuvar sitokinler insülin sinyal iletimini bozmaktadır. Mikrobiyota kompozisyonunun modülasyonu ile bu patofizyolojik süreçlerin iyileştirilebileceği ortaya konmuştur. Bu bulgular doğrultusunda, bağırsak mikrobiyotası yalnızca çevresel bir faktör değil, aynı zamanda diyabet tedavisinde potansiyel bir terapötik hedef olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: mikrobiyota, disbiyozis, lipopolisakkarit (LPS), bağırsak geçirgenliği, tip 2 diyabet, insülin direnci, GLP-1, oksidatif stres, kısa zincirli yağ asitleri

Abstract

This review examines the role of gut microbiota in the development of type 2 diabetes and the underlying biochemical mechanisms involved in this interaction. Experimental and clinical studies published in the last 15 years were evaluated using PubMed, Scopus, and Web of Science databases, with keywords such as "dysbiosis," "gut microbiota and type 2 diabetes," "dysbiosis insulin resistance mechanism," and "oxidative stress microbiota diabetes." Dysbiosis has been shown to disrupt intestinal barrier integrity, leading to lipopolysaccharide (LPS) translocation, which activates inflammation through the TLR4/NF-κB pathway. Moreover, reduced levels of short-chain fatty acids impair GLP-1 secretion and insulin sensitivity, while oxidative stress and proinflammatory cytokines further disrupt insulin signaling. Modulation of gut microbiota composition has been shown to improve these pathophysiological processes. These findings suggest that gut microbiota is not only an environmental factor but also a potential therapeutic target in diabetes management.

Keywords: microbiota, dysbiosis, lipopolysaccharide (LPS), intestinal permeability, type 2 diabetes, insulin resistance, GLP-1, oxidative stress, short-chain fatty acids

Giriş

Tip 2 diyabet (T2D), insülin direnci ve ß-hücre disfonksiyonu ile karakterize, dünya genelinde prevalansı hızla artan ve halk sağlığını tehdit eden önemli bir metabolik hastalıktır. Genetik yatkınlık ve yaşam tarzı faktörleri haricinde, son yıllarda bağırsak mikrobiyotası ile T2D arasında çift yönlü bir etkileşim olduğu gösterilmiştir. Mikrobiyotadaki dengenin (eubiyozis) bozulması, sistemik inflamasyona yol açar ve metabolik homeostazı önemli şekilde etkileyebilir.Bu denge, "eubiyozis" olarak adlandırılan sağlıklı bir mikrobiyal kompozisyonla sağlanır. Fakat beslenme alışkanlıklarında meydana gelen bozulmalar, antibiyotik kullanımı, kronik stres gibi çevresel faktörler, mikrobiyotada disbiyotik bir yapı oluşturarak metabolik hastalıkların gelişiminde rol oynayabilir.

Disbiyozis, artan bağırsak geçirgenliği (leaky gut), lipopolisakkarit (LPS) kaynaklı endotoksemi ve inflamasyon aracılığıyla insülin direncini tetikleyebilir. Ayrıca kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üretimindeki azalma da glukoz metabolizmasını olumsuz etkileyebilmektedir.

Bu derleme, T2D'de mikrobiyal değişikliklerin mekanizmaları, inflamasyonla olan etkileşimleri ve olası tedavi hedeflerini güncel literatür ışığında incelemeyi ve tartışmayı amaçlamıştır.

Mikrobiyotanın Normal Fonksiyonları ve Kompozisyonu

İnsan gastrointestinal (GİS) sisteminde yaklaşık 100 trilyon mikroorganizma bulunur ve bunların tamamına mikrobiyota denmektedir. Bu mikroorganizmalar, özellikle kalın bağırsakta yoğunlaşarak, konağın metabolizması, bağışıklık sistemi gelişimi ve bağırsak bariyer bütünlüğü üzerinde önemli görevler üstlenmektedir. (Qin et al.,2010).

Sağlıklı bireylerde mikrobiyota kompozisyonu genetik, doğum şekli, beslenme tarzı ve yaşam tarzı gibi bir çok faktörlerden etkilenerek şekillenmektedir. Bakteriyel toplulukların büyük kısmını Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria ve Proteobacteria filumları oluşturur (Human Microbiome Project Consortium,2012).

Bu mikroorganizmaların, kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üretimi, safra asidi dönüşümü, vitamin sentezi (özellikle K ve B grubu vitaminleri) ve inflamatuvar yanıtın düzenlenmesi gibi çok yönlü işlevleri vardır (Kau et al.,2011). SCFA'lar arasında özellikle butirat, kolon epital hücrelerinin enerji kaynağı olması ve anti-inflamatuvar etkileri ile öne çıkar (Canfora et al.,2015).

Mikrobiyotanın bu denge hali "eubiyozis" olarak adlandırılırken, dengenin bozulması ise "disbiyozis" olarak adlandırılır. Disbiyotik bir mikrobiyota, patojenik bakterilerdeki artış, faydalı bakteri kayıpları ve metabolik ürünlerdeki dengesizliklerle karakterizedir. Bu durum hem lokal hem sistemik düzeyde inflamasyon ve metabolik bozukluklara zemin hazırlar (Tilg&Moschen,2014).

Disbiyozis ve Tip 2 Diyabetle İlişkili Mikrobiyal Değişiklikler

Tip 2 diyabet (T2D), bağırsak mikrobiyotasındaki kompozisyonel ve fonksiyonel değişimlerle yakından ilişkilidir. Disbiyozis, mikrobiyal çeşitlilikte azalma, faydalı bakterilerin sayısında düşüş ve potansiyel patojenik türlerin artışı ile karakterizedir (Zhao et al.,2018). Özellikle Firmicutes/Bacteroidetes oranındaki değişiklikler, metabolik dengesizliklerin temel göstergelerinden biri sayılmıştır (Qin et al.,2012).

T2D hastalarında yapılan çalışmalar, faydalı kısa zincirli yağ asidi (SCFA) üreten bakterilerin (örneğin Faecalibacterium prausnitzii ve Roseburia türleri) azalması ve bunun sonucu olarak bağırsak bariyerinin zayıflaması ile ilişkili inflamasyon artışı olduğunu göstermektedir (Karlsson etl.,2013). Ayrıca, Akkermansia muciniphila gibi mukus tabakasına destek olan

bakterilerin sayısındaki düşüş, bağırsak geçirgenliğinin artışına ve sistemik inflamasyonun tetiklenmesine sebep olmaktadır (Everard et al.,2013).

Disbiyotik bağırsak mikrobiyotası, özellilkle Gram-negatif bakterilerin çoğalmasıyla beraber lipopolisakkarit (LPS) üretiminde artışa sebep olur. LPS, bağırsak epitelinden sistemik dolaşıma geçtiğinde, Toll-like reseptör 4 (TLR4) üzerinden bağışıklık hücrelerini aktive eder. Bu durum, nükleer faktör kappa-B (NF-kB) yolunu uyararak proinflamatuvar sitokinlerin (ör. TNF-α,IL-6,IL1ß) salınımını tetikler.

Kronik düşük dereceli inflamasyon, özellikle adipoz dokuda geliştiğinde, insülin reseptörü substratlarının (IRS-1,IRS-2) fosforilasyonunu bozarak insülin sinyal yolunun sekteye uğramasına sebep olur. Bu sürecin sonunda glukoz transportörleri (GLUT-4) gerektiği gibi çalışmaz ve periferik dokularda glukoz alımı azalır (Hotamisligil, 2006; Zhao et al.,2018).

Ayrıca, LPS'nin NADPH oksidaz aktivasyonu üzerinden reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini artırdığı gösterilmiştir, meydana gelen bu oksidatif stres, insülin sinyal iletimini daha da sekteye uğratır. (Cani et al.,2008; Ma et al.,2022). Kısaca, disbiyozis sonucu meydana gelen LPS artışı, inflamasyon ve oksidatif stes aracılığıyla diyabetin gelişiminde kritik bir role sahiptir.

Dolayısıyla mikrobiyal dengenin bozulması, metabolik sendromun temel bileşenlerinden biri olarak görülmektedir. Mikrobiyota bu hastalıkta kritik bir rol oynamaktadır ve probiyotik, prebiyotik ve diyetle modülasyon gibi yeni tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesinin gerekliliğini göstermektedir. Bu yaklaşımlar, disbiyozisi düzelterek inflamasyonu azaltmayı ve glukoz metabolizmasını iyileştirmeyi hedeflemektedir (Gu et al.,2020).

Mikrobiyota-İnsülin Direnci Etkileşimi: Moleküler ve Metabolik Mekanizmalar

Bağırsak mikrobiyotasının insülin direnci üzerindeki etkileri, modern moleküler biyoloji teknikleriyle daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Mikrobiyal metabolitler ve bileşenler, konak metabolizmasını çeşitli yollar aracılığıyla düzenler:

- Kısa Zincirli Yağ Asitleri (SCFA): Asetat, propiyonat ve butirat gibi SCFA'lar, bağırsak epitel hücrelerinde GPR41 ve GPR43 reseptörlerini aktive eder ve enerji dengesi ile glukoz metabolizmasını destekler (Trompette et al.,2018). SCFA'lar ayrıca enteroendokrin hücrelerden GLP-1 salınımını artırarak insülin duyarlılığını olumlu yönde etkilemektedir (Psichas et al.,2015).
- LPS ve Endotoksinler: Artan bağırsak geçirgenliği sonucu kana geçen LPS, Toll-like reseptör 4 (TLR4) yolaklarını aktive ederek inflamasyonu tetkiler. Bu, TNF-α ve IL-6 gibi sitokinlerin yükselmesine ve insülin sinyal yolaklarında bozulmaya neden olur. (Kawano et al.,2016).
- Bile Asidi Metabolizması: Mikrobiyota, konak bile asidi havuzunu değiştirerek FXR (Farnesoid X receptör) ve TGR5 gibi reseptörleri etkiler. Bu reseptörler glukoz ve lipid metabolizmasında önemli roller üstlenir ve insülin duyarlılığını modüle eder. (Sayin et al.,2013; de Aguiar Vallim et al.,2013).
- Mikrobiyal Metabolitlerin Epigenetik Etkileri: Butirat gibi SCFA'lar, histon deasetilazları inhibe ederek gen ekspresyonunu düzenler ve inflamatuvar yanıtı azaltır (Galvez,2014).

Bu moleküler mekanizmalar, disbiyozisin insülin direncine sebep olmasındaki temel biyokimyasal yolaklarıdır. Mikrobiyota modülasyonu, bu yollardaki dengesizlikleri düzeltme potansiyeline sahip önemli bir stratejidir (Rios-Covian et al.,2016).

Diyabet Yönetiminde Mikrobiyotayı Hedefleyen Tedavi Yaklaşımları

Son yıllar içerisinde yapılan çalışmalarla beraber mikrobiyotanın glukoz metabolizması üzerindeki etkilerinin anlaşılması, diyabet tedavisinde mikrobiyotayı hedefleyen stratejilerin

önem kazanmasını sağlamıştır. Bu stratejilerin başında probiyotik ve prebiyotik kullanımı gelmektedir. Probiyotikler, bağırsak mikrobiyotasında faydalı bakteri populasyonunu artırarak inflamasyonu azaltabilir ve bu yolla metabolik parametrelerde iyileşme sağlayabilir. Özellikle Lactobacillus ve Bifidobacterium türlerinin glisemik kontrol ve insülin duyarlılığı üzerindeki olumlu etkileri bildirilmiştir (Kassaian et al.,2019).

Prebiyotikler ise konak tarafından sindirilemeyen ancak bağırsak bakterileri tarafından fermente edilebilen bileşenlerdir. İnülin, fruktooligosakkaritler (FOS) ve galaktooligosakkaritler (GOS) gibi prebiyotiklerin SCFA üretimini artırarak bağırsak bariyer fonksiyonlarını iyileştirdiği ve sistemik inflamasyonu azalttığı gösterilmiştir (Gibson et al.,2017). Bu etkiler dolaylı olarak insülin direncini azaltabilir.

Beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi ve iyileştirilmesi de mikrobiyotanın olumlu yönde şekillendirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Lif içeriği zengin diyetler, polifenoller ve fermente gıdalar bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkiler. Özellikle Akdeniz diyeti gibi antiinflamatuvar diyet modelleri, hem mikrobiyota çeşitliliğini desteklemekte hem de glisemik kontrolü iyileştirmektedir (Haro et al.,2016).

Bunların yanı sıra, fekal mikmrobiyota transplantasyonu (FMT), özellikle obezite ve metabolik sendromla ilişkili disbiyoz durumlarında bir müdahale aracı olarak öne çıkmaktadır. FMT uygulanan bireylerde insülin duyarlılığında geçici olsa bile artışlar rapor edilmiştir (Vrieze et al.,2012). Fakat bu yöntemin diyabet tedavisinde standart bir yaklaşım haline gelebilmesi için daha fazla kontrollü çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Tüm bu strateji ve yaklaşımlar, mikrobiyotanın modülasyonu yoluyla metabolik kontrolün sağlanabileceğini ve klasik diyabet tedavilerinin yanı sıra bir destek sağlayabileceğini göstermektedir. Ancak bireyler arasında farklılık gösteren mikrobiyota, genetik ve çevresel etmenler göz önünde bulundurulmalı ve bunlara göre kişiselleştirilmiş stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Mikrobiyota-Diyabet İlişkisine Yönelik Klinik Bulgular ve İnsan Çalışmaları

Mikrobiyota ve diyabet arasındaki ilişkinin klinik düzeyde araştırılması, hayvan modelleriyle elde edilen verilerin insanlardaki geçerliliğinin test edilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda yapılan birçok randomize kontrollü çalışma ve perspektif kohort araştırma, bağırsak mikrobiyotasında meydana gelen değişikliklerin glisemik kontrol, insülin duyarlılığı ve metabolik belirteçler üzerindeki etkisini ortaya koymuştur.

Vrieze et al. (2012) tarafından yapılan bir araştırmada, metabolik sendroma sahip bireylerde sağlıklı, zayıf donörlerden alınan fekal mikrobiyota transplantasyonu (FMT) uygulanmış ve bu bireylerde insülin duyarlılığında anlamlı artış gözlenmiştir. Yine bezer şekilde Zhao et al. (2018) tarafından yürütülen bir klinik araştırma, diyetle indüklenen mikrobiyota değişikliklerinin Tip 2 diyabetli bireylerde hem HbA1c düzeylerinde hem de kısa zincirliği yağ asidi (SCFA) üretiminde iyileşme sağladığı gösterilmiştir.

Probiyotik ve prebiyotik takviyeler de klinik yönden umut verici sonuçlar doğurmuştur. Kassaian et al. (2019) tarafından yürütülen bir araştırmada, prebiyotik ve sinbiyotik takviyelerinin pre-diyabetik bireylerde açlık glukozu, insülin direnci (HOMA-IR) ve lipid profili üzerinde olumlu etkiler sağladığı gözlenmiştir. Bu veriler, bağırsak mikrobiyotasının modülasyonunun yalnızca hastalığın seyrindeki hızı yavaşlatmakla kalmayarak bazı klinik parametrelerde de belirgin düzelmeler sağladığını göstermiştir.

Bunlarla birlikte, bazı araştırmalarda ulaşılan sonuçlar heterojen olup, mikrobiyota bazlı terapilerin bireylere göre farklı yanıtlar oluşturabileceğini düşündürmektedir. Genetik faktörler, beslenme alışkanlıkları, yaş ve süregelen hastalıklar gibi değişkenler, mikrobiyotanın klinik

etkilerini modüle eden temel faktörler arasında yer alır (Suez et al.,2022). Bu nedenle, bireyselleştirilmiş mikrobiyota temelli yaklaşımlar gelecekte klinik pratiğin temel bir parçası olabilir.

Gelecek Perspektifleri: Mikrobiyotayı Hedef Alan Bireysel Yaklaşımlar

Mikrobiyota-diyabet ekseninde elde edilen bilimsel veriler, önümüzdeki yıllarda kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının temelini oluşturabilecek güçlü bir zemin hazırlamaktadır. Klasik tedavi yaklaşımlarının ötesine geçmiş bu anlayış, bireyin genetik yapısı, yaşam tarzı ve bağırsak mikrobiyota kompozisyonu gibi çok katmanlı faktörlerin bütüncül analizine dayanmaktadır.

Mikrobiyota kompozisyonunun bozulması (disbiyozis), bağırsak bariyerinin geçirgenliğini artırarak sistemik inflamasyonu tetikler ve bu yolla insülin direnci gelişimi kolaylaşır. Aynı zamanda kısa zincirli yağ asitleri (SCFA), safra asitleri ve ikrobiyal metabolitler yoluyla glukoz metabolizması üzerinde doğrudan etkiler göstermektedir.

Hayvan modelleri ve insan çalışmalarının büyük çoğunluğu, mikrobiyotanın modüle edilmesinin glisemik parametlerde iyileşme sağladığını göstermektedir. Fakat bireyler arasındaki mikrobiyota farklılıkları, beslenme alışkanlıkları ve genetik faktörler, tedavi yanıtlarında farklılıklara sebep olmaktadır. Bu sebeple mikrobiyota temelli yaklaşımların diyabetin önlenmesi ve tedavi edilmesinde daha etkili hale gelebilmesi için standartlaştırılmış klinik çalışmalar ile mekanistik biyokimyasal verilerin bir araya gelmesi önem arz etmiştir.

Sonuç olarak, mikrobiyota-diyabet ilişkisi, sadece bir etkileşimden ibaret değildir; kronik hastalıkların önelenmesi ve yönetilmesi için yeni bir bakış açısı sunmaktadır. Bu eksende yapılması gereken çok merkezli, disiplinler arası ve mekanizma odaklı çalışmalar, diyabetin yönetilmesinde yenilikçi ama biyokimyasal temeli güçlü stratejilerin önünü açabilir.

KAYNAKLAR

Anhê, F. F., et al. (2020). Type 2 diabetes influences bacterial tissue compartmentalization in human obesity. Nature Metabolism, 2, 233–242. https://doi.org/10.1038/s42255-020-0171-1

Canfora, E. E., Jocken, J. W., & Blaak, E. E. (2015). Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity. Nature Reviews Endocrinology, 11(10), 577–591. https://doi.org/10.1038/nrendo.2015.128

Cani, P. D., Amar, J., Iglesias, M. A., Poggi, M., Knauf, C., Bastelica, D., ... & Delzenne, N. M. (2007). Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance. Diabetes, 56(7), 1761–1772. https://doi.org/10.2337/db06-1491

de Aguiar Vallim, T. Q., Tarling, E. J., & Edwards, P. A. (2013). Pleiotropic roles of bile acids in metabolism. Cell Metabolism, 17(5), 657–669. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.03.013

Everard, A., Belzer, C., Geurts, L., Ouwerkerk, J. P., Druart, C., Bindels, L. B., ... & Cani, P. D. (2013). Cross-talk between Akkermansia muciniphila and intestinal epithelium controls diet-induced obesity. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(22), 9066–9071. https://doi.org/10.1073/pnas.1219451110

Galvez, J. (2014). Role of butyrate on colonic function. Alimentary Pharmacology & Therapeutics, 40(8), 829–840. https://doi.org/10.1111/apt.12976

Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., ... & Reid, G. (2017). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 14(8), 491–502. https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75

Gu, Y., Wang, X., Li, J., Zhang, Y., Lei, L., Yan, X., ... & Song, Y. (2020). Probiotics supplementation improves glucose and lipid metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized controlled trials. Medicine, 99(6), e18839. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000018839

Haro, C., Monteoliva, M., Alcalá-Díaz, J. F., Delgado-Lista, J., Pérez-Martínez, P., Rufian-Henares, J. A., ... & Yuste, S. (2016). Two healthy diets modulate gut microbial community improving insulin sensitivity in a human obese population. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 101(1), 233–242. https://doi.org/10.1210/jc.2015-3351

Hotamisligil, G. S. (2006). Inflammation and metabolic disorders. Nature, 444(7121), 860–867. https://doi.org/10.1038/nature05485

Kawano, Y., Kyohara, M., & Takahashi, T. (2016). Toll-like receptor 4 signaling in inflammation and metabolism. International Immunology, 28(10), 471–479. https://doi.org/10.1093/intimm/dxw043

Karlsson, F. H., Tremaroli, V., Nookaew, I., Bergström, G., Behre, C. J., Fagerberg, B., ... & Bäckhed, F. (2013). Gut metagenome in European women with normal, impaired and diabetic glucose control. Nature, 498(7452), 99–103. https://doi.org/10.1038/nature12198

Kimura, I., Ozawa, K., Inoue, D., Imamura, T., Kimura, K., Maeda, T., ... & Tsujimoto, G. (2013). The gut microbiota suppresses insulin-mediated fat accumulation via the short-chain fatty acid receptor GPR43. Nature Communications, 4, 1829. https://doi.org/10.1038/ncomms2836

Kassaian, N., Feizi, A., Aminorroaya, A., Jafari, P., & Amini, M. (2019). Probiotic and synbiotic supplementation could improve metabolic syndrome in prediabetic adults: a randomized controlled trial. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 13(5), 2991–2996. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.07.019

Kau, A. L., Ahern, P. P., Griffin, N. W., Goodman, A. L., & Gordon, J. I. (2011). Human nutrition, the gut microbiome and the immune system. Nature, 474(7351), 327–336. https://doi.org/10.1038/nature10213

Ma, Q., Li, Y., Wang, J., & Li, X. (2022). Gut microbiota and diabetes: From pathogenesis to therapeutic perspective. Journal of Translational Medicine, 20(1), 25. https://doi.org/10.1186/s12967-021-03180-4

Psichas, A., Sleeth, M. L., Murphy, K. G., Brooks, L., Bewick, G. A., Hanyaloglu, A. C., ... & Frost, G. (2015). The short chain fatty acid propionate stimulates GLP-1 and PYY secretion via free fatty acid receptor 2 in rodents. International Journal of Obesity, 39(3), 424–429. https://doi.org/10.1038/ijo.2014.161

Qin, J., Li, Y., Cai, Z., Li, S., Zhu, J., Zhang, F., ... & Wang, J. (2012). A metagenome-wide association study of gut microbiota in type 2 diabetes. Nature, 490(7418), 55–60. https://doi.org/10.1038/nature11450

Qin, J., Li, R., Raes, J., Arumugam, M., Burgdorf, K. S., Manichanh, C., ... & Wang, J. (2010). A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. Nature, 464(7285), 59–65. https://doi.org/10.1038/nature08821

Ríos-Covián, D., Ruas-Madiedo, P., Margolles, A., Gueimonde, M., de los Reyes-Gavilán, C. G., & Salazar, N. (2016). Intestinal short chain fatty acids and their link with diet and human health. Frontiers in Microbiology, 7, 185. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00185

Sayin, S. I., Wahlström, A., Felin, J., Jäntti, S., Marschall, H. U., Bamberg, K., ... & Bäckhed, F. (2013). Gut microbiota regulates bile acid metabolism by reducing the levels of tauro-beta-

muricholic acid, a naturally occurring FXR antagonist. Cell Metabolism, 17(2), 225–235. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.01.003

Suez, J., Zmora, N., Segal, E., & Elinav, E. (2022). The pros, cons, and many unknowns of probiotics. Nature Medicine, 28, 496–506. https://doi.org/10.1038/s41591-022-01738-z

Tilg, H., & Moschen, A. R. (2014). Microbiota and diabetes: An evolving relationship. Gut, 63(9), 1513–1521. https://doi.org/10.1136/gutjnl-2013-306241

Trompette, A., Gollwitzer, E. S., Yadava, K., Sichelstiel, A. K., Sprenger, N., Ngom-Bru, C., ... & Marsland, B. J. (2018). Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. Nature Medicine, 20(2), 159–166. https://doi.org/10.1038/nm.4441

Vrieze, A., Van Nood, E., Holleman, F., Salojärvi, J., Kootte, R. S., Bartelsman, J. F., ... & Nieuwdorp, M. (2012). Transfer of intestinal microbiota from lean donors increases insulin sensitivity in individuals with metabolic syndrome. Gastroenterology, 143(4), 913–916.e7. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2012.06.031

Zhao, L., Zhang, C., Feng, J., et al. (2018). Gut bacteria selectively promoted by dietary fibers alleviate type 2 diabetes. Science, 359(6380), 1151–1156. https://doi.org/10.1126/science.aao5774

NÖROLOJİK REHABİLİTASYONDA YARDIMCI FİZYOTERAPİ TEKNİKLERİNİN ETKİNLİĞİ VE BİLİNİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

EFFICACY AND AWARENESS OF ADJUNCT PHYSIOTHERAPY TECHNIQUES IN NEUROLOGICAL REHABILITATION

Hamide Nur TÜRKYILMAZ

Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon ABD, Karabük, Türkiye

ORCID ID: 0009-0001-9207-9937

Ece ACAR

Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Karabük, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-0470-5935

ÖZET

Nörolojik rehabilitasyonda kullanılan yardımcı fizyoterapi teknikleri motor ve fonksiyonel iyileşmeyi desteklemektedir; ancak bu uygulamaların nörolojik hasta popülasyonundaki bilinirliği ve algılanan etkililiği yeterince araştırılmamıştır. Amaç: Bu çalışma, hemipleji veya serebral palsi tanılı yetişkinlerde fonksiyonel elektrik stimülasyonu, ayna terapisi, robotik rehabilitasyon, sanal gerçeklik, kinezyoteyping, biyofeedback, vibrasyon terapisi ve el-ayak splintlerinin karşılaşılma, tanınma ve algılanan etkililik düzeylerini incelemeyi amaçladı. Yöntem: Kesitsel tasarımla yürütülen çalışmaya ortalama yaşı 50,4 ± 12,7 yıl olan 24 birey (9 kadın, 15 erkek) dâhil edildi. Katılımcılar her teknik için beş basamaklı Likert ölçeği kullanılarak değerlendirildi; veriler tanımlayıcı istatistiklerle özetlendi. Bulgular: Tanı dağılımı sol hemipleji %41,7, sağ hemipleji %41,7, serebral palsi %4,2, Parkinson %4,2, MS %4,2 ve MS + Parkinson %4,2 şeklindedir. Katılımcıların %80'i fonksiyonel elektrik stimülasyonu, %72'si ayna terapisi ile hiç karşılaşmamıştır. Robotik rehabilitasyon ve sanal gerçeklik tekniklerinin "adını duydum" oranı %40'ın üzerindedir. Algılanan en yüksek etkililik puanı el-ayak splintlerinde (4,3/5) gözlenirken, vibrasyon terapisi 0/5 puan almıştır. Yaş gruplarına göre algılanan etkililik 41–60 yaşta 3,67, 61–80 yaşta 4,17, ≥80 yaşta 5,00'dır; 41–60 ile 61–80 yaş grupları arasında istatistiksel fark yoktur (p = 0,49). Sonuç: Yardımcı fizyoterapi tekniklerinin bilinirliği düşük, algılanan etkililiği ise teknike göre değişkendir. Kanıta dayalı uygulamaların yaygınlaştırılması için hasta ve bakım verenlere yönelik yapılandırılmış eğitim programları önerilmektedir ve desteklenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Yardımcı Fizyoterapi, Nörolojik Rehabilitasyon, Bilinirlik, Etkililik, Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu

ABSTRACT

Adjunct physiotherapy techniques applied in neurological rehabilitation are intended to promote motor and functional recovery; however, patient-level awareness and perceptions of their effectiveness are still inadequately documented. Objective: This study investigated the encounter

rate, awareness level and perceived efficacy of functional electrical stimulation, mirror therapy, robotic rehabilitation, virtual reality, kinesio-taping, biofeedback, vibration therapy and hand–foot splints in adults diagnosed with neurological disorders. Methods: In this cross-sectional study, 24 participants (mean age 50.4 ± 12.7 years; 9 females, 15 males) with hemiplegia or cerebral palsy completed a structured questionnaire. Each technique was rated on a five-point Likert scale for prior exposure, recognition and perceived efficacy; data were summarised descriptively. Results: Diagnostic distribution was left hemiplegia 41.7 %, right hemiplegia 41.7 %, cerebral palsy 4.2 %, Parkinson's disease 4.2 %, multiple sclerosis (MS) 4.2 % and combined MS + Parkinson's 4.2 %. Eighty per cent of respondents had never encountered functional electrical stimulation and 72 % had never encountered mirror therapy. Awareness of robotic rehabilitation and virtual reality exceeded 40 %. Hand–foot splints yielded the highest perceived efficacy score (4.3/5), whereas vibration therapy scored 0/5. Mean perceived efficacy by age group was 3.67 (41–60 years), 4.17 (61–80 years) and 5.00 (≥80 years); the difference between 41–60 and 61–80 years was not significant ($p = 0.49$). Conclusion: Awareness of adjunct physiotherapy techniques among neurological patients remains low, and perceived benefit varies by modality. Structured educational initiatives for patients and caregivers are recommended to enhance evidence-based utilisation of these interventions..

Keywords : adjunct physiotherapy, neurological rehabilitation, awareness, perceived efficacy, functional electrical stimulation

GİRİŞ

Nörolojik rehabilitasyon, inme, serebral palsi, multipl skleroz ve spinal kord yaralanması gibi nörolojik hastalıklarda kaybolan motor ve fonksiyonel yetilerin geri kazanılmasını hedefleyen multidisipliner bir süreçtir (Langhorne et al., 2011). Son yıllarda, bu süreci desteklemek amacıyla kullanılan yardımcı fizyoterapi teknikleri giderek çeşitlenmiştir. Fonksiyonel elektrik stimülasyonu (FES), ayna terapisi, robotik rehabilitasyon, sanal gerçeklik uygulamaları, kinezyoteyping, biofeedback, vibrasyon terapisi ve el-ayak splintleri, motor kontrol ve nöroplastisiteyi artırmak için kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Mehrholz et al., 2018; Saposnik et al., 2016).

Fonksiyonel elektrik stimülasyonu, özellikle inme sonrası üst ve alt ekstremite kas aktivasyonunu destekleyerek fonksiyonel kazanımları artırır (Emberson et al., 2014). Ayna terapisi, motor imgeleme ve geri bildirim mekanizmalarını aktive ederek hemiplejik hastalarda üst ekstremite fonksiyonunu iyileştirmede umut vadeden bir yöntemdir (Thieme et al., 2013). Robotik rehabilitasyon ve sanal gerçeklik uygulamaları ise yoğun ve tekrarlı hareket pratiği sağlayarak nöroplastisiteyi destekler ve motivasyonu artırır (Laver et al., 2017). Kinezyoteyping, özellikle kas tonusunu düzenleme ve proprioseptif girdi sağlama amacıyla kullanılırken (Kase et al., 2003), biofeedback ve vibrasyon terapisi kas aktivasyonu ve denge üzerine olumlu etkiler göstermektedir (Schleenbaker & Mainous, 1993). El-ayak splintleri ise özellikle kontraktür önleme ve eklem stabilitesini sağlama amacıyla klinik pratiğe yaygın olarak entegre edilmiştir (Gracies, 2005).

Ancak, bu tekniklerin etkinliği kadar, hastaların bu yöntemler hakkındaki bilgi düzeyi ve algıları da rehabilitasyon sürecinin başarısını belirleyen önemli faktörler arasındadır. Literatürde, bu tekniklerin etkinliği üzerine çok sayıda çalışma olmasına rağmen, hasta popülasyonlarında bilinirlik ve algılanan etkililik düzeyi üzerine yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, nörolojik rehabilitasyonda kullanılan yardımcı fizyoterapi tekniklerinin hasta popülasyonundaki karşılaşılma, bilinirlik ve algılanan etkililik düzeylerini incelemeyi amaçlamaktadır.

GELİŞME

Tanı dağılımı değerlendirildiğinde, katılımcıların %41,7'si sol hemipleji, %41,7'si sağ hemipleji, %4,2'si serebral palsi, %4,2'si Parkinson hastalığı, %4,2'si multipl skleroz (MS) ve Parkinson, %4,2'si ise yalnızca MS tanısı taşımaktadır. Katılımcıların %80'i fonksiyonel elektrik stimülasyonu ve %72'si ayna terapisi ile hiç karşılaşmamıştır. Robotik rehabilitasyon ve sanal gerçeklik tekniklerinde "adını duydum" oranı %40'ın üzerindedir. Algılanan etkililikte en yüksek ortalama el ve ayak splintlerinde (4,3/5) görülürken, vibrasyon terapisi en düşük puanı almıştır (0/5). Yaş gruplarına göre yapılan değerlendirmede, 41-60 yaş grubunda ortalama etkililik puanı 3,67, 61-80 yaş grubunda 4,17, 80 yaş üstü grubunda ise 5,0 olarak bulunmuştur. Yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmada (41-60 vs. 61-80) istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p=0,49). Bu çalışmaya toplam 24 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması 60,3 yıl olup, yaşları 17 ile 86 arasında değişmektedir. Katılımcıların %37,5'i (n=9) kadın, %62,5'i (n=15) ise erkektir. Eğitim düzeyleri incelendiğinde katılımcıların %62,5'inin ilkokul, %25'inin lise, %8,3'ünün ortaokul ve %4,2'sinin üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir.

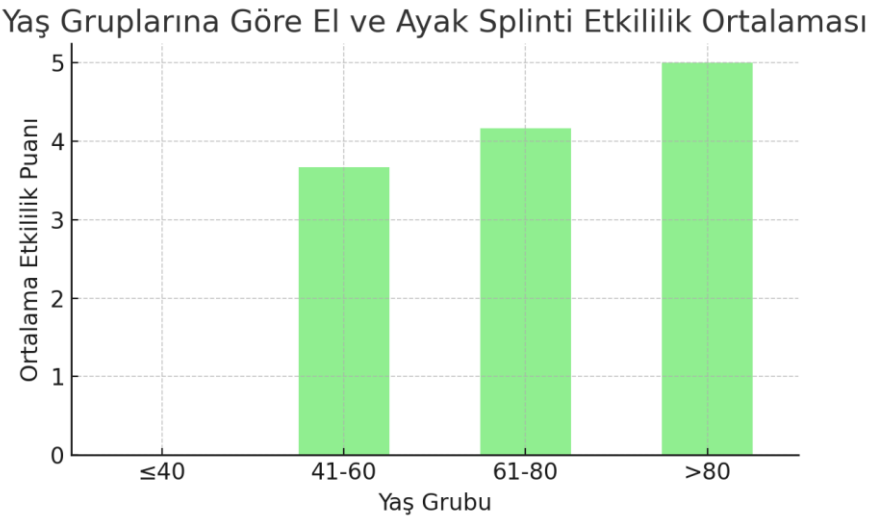
Tanı dağılımına bakıldığında, %41,7'sinin sol hemipleji, %41,7'sinin sağ hemipleji, %4,2'sinin serebral palsi, %4,2'sinin Parkinson hastalığı, %4,2'sinin multipl skleroz (MS), %4,2'sinin ise MS ve Parkinson birlikte tanısı olduğu görülmüştür.

Katılımcıların yardımcı fizyoterapi tekniklerinden el ve ayak splintlerine yönelik algılanan etkililik düzeylerinin ortalaması genel grupta 4,3'tür. Cinsiyete göre yapılan analizde, kadın katılımcıların bu uygulamalara verdikleri ortalama etkililik puanı 4,67 iken, erkek katılımcılarda bu ortalamanın 3,8 olduğu tespit edilmiştir. Kadın ve erkek grupları arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur (p=0,13).

Tanı gruplarına göre incelendiğinde, sağ hemipleji tanılı katılımcıların el ve ayak splintlerine verdikleri ortalama etkililik puanı 4,8 iken, sol hemipleji tanılı katılımcılarda bu ortalamanın 3,5 olduğu belirlenmiştir. Sağ ve sol hemipleji grupları arasında yapılan karşılaştırmada bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0,02). MS, Parkinson ve serebral palsi tanılı bireylerde örneklem sayısının yetersiz olması nedeniyle bu gruplarda anlamlı istatistiksel değerlendirme yapılamamıştır.

Yaş gruplarına göre yapılan değerlendirmede, 41-60 yaş grubunda ortalama etkililik puanı 3,67, 61-80 yaş grubunda 4,17, 80 yaş üstü grubunda ise 5,0 olarak bulunmuştur. Yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmada (41-60 vs. 61-80) istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p=0,49). Bununla birlikte, yaş ilerledikçe algılanan etkililik puanlarında kademeli bir artış eğilimi dikkati çekmiştir.

Katılımcıların yardımcı fizyoterapi teknikleriyle karşılaşma durumları incelendiğinde, fonksiyonel elektrik stimülasyonu (FES) ve ayna terapisi uygulamaları en düşük karşılaşma oranlarına sahipken, el ve ayak splintleri hem bilinirlik hem de uygulanma açısından en yüksek oranda rapor edilmiştir. Katılımcılar arasında splint uygulamalarına ilişkin memnuniyet düzeylerinin yüksek olduğu ve tekniklerin faydalı bulunduğu gözlemlenmiştir.



YÖNTEM

Bu çalışma, tanımlayıcı ve analitik kesitsel bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Çalışmaya, inme, serebral palsi, multipl skleroz, Parkinson hastalığı ve hemipleji tanısı almış toplam 24 birey dahil edilmiştir. Katılımcılar, özel fizik tedavi ve rehabilitasyon merkezinden gönüllülük esasına göre çalışmaya alınmıştır.

Dahil edilme kriterleri

- 18 yaş ve üzeri olmak,
- İnme, serebral palsi, multipl skleroz, Parkinson hastalığı veya hemipleji tanısı almış olmak,
- Tanı aldıktan sonra en az 3 ay geçmiş olması,
- Rehabilitasyon sürecine katılmış ve en az bir yardımcı fizyoterapi tekniği hakkında bilgi sahibi olmak.

Dışlama Kriterleri

- Ciddi bilişsel bozukluk (örn. Mini Mental Durum Testi ≤24) nedeniyle anketi anlayamayacak durumda olmak,
- İleri düzey iletişim bozukluğu (örn. afazi) nedeniyle soruları yanıtlayamayacak olmak,
- Psikiyatrik tanı veya ağır mental rahatsızlık öyküsüne sahip olmak,
- Yardımcı fizyoterapi tekniklerine yönelik deneyim veya bilgiye hiç sahip olmamak,

Veriler, araştırmacılar tarafından hazırlanan ve Google Forms üzerinden uygulanan anket formu ile toplanmıştır. Formda, katılımcıların demografik bilgileri (yaş, cinsiyet, eğitim durumu, tanı süresi vb.), yardımcı fizyoterapi teknikleriyle karşılaşma durumları, tekniklere yönelik bilgi düzeyleri ve algılanan etkililik düzeyleri yer almıştır. Yardımcı teknikler arasında fonksiyonel elektrik stimülasyonu, ayna terapisi, robotik rehabilitasyon, sanal gerçeklik, kinezyoteyping, biofeedback, vibrasyon terapisi ve el-ayak splintleri bulunmuştur.Veri analizi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 20.0 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler kapsamında ortalama, standart sapma, frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalar için bağımsız gruplarda t-testi uygulanmıştır. Cinsiyete (kadın-erkek), tanıya (sağ hemipleji-sol hemipleji) ve yaş gruplarına (41–60 yaş ve 61–80 yaş) göre algılanan etkililik

düzeylerindeki farklar incelenmiştir. $p<0,05$ değeri istatistiksel anlamlılık sınırı olarak kabul edilmiştir.

LİMİTASYONLAR

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, örneklem büyüklüğü sınırlı olup, elde edilen sonuçların genellenebilirliği kısıtlıdır. Daha geniş örneklem gruplarıyla yapılacak çalışmalar, bulguların güvenilirliğini ve geçerliliğini artırabilir. İkinci olarak, anket yöntemi ile veri toplanmış olması, katılımcıların öznel yanıtlarına ve yanıt biasına açık olma riskini taşımaktadır. Özellikle algılanan etkililik ve bilinirlik düzeylerinin, katılımcıların hafızasına ve kişisel deneyimlerine dayanması, nesnel değerlendirme yapılmasını zorlaştırmıştır.

SONUÇ

Bulgular, yardımcı fizyoterapi tekniklerinin hasta popülasyonunda bilinirliğinin ve uygulama sıklığının düşük olduğunu göstermektedir. Özellikle fonksiyonel elektrik stimülasyonu ve ayna terapisi gibi kanıta dayalı tekniklerin uygulama oranlarının düşüklüğü dikkat çekicidir. El-ayak splintlerinin yüksek etkililik algısı, klinikte bu uygulamanın daha yaygın kabul gördüğünü düşündürmektedir.Yardımcı fizyoterapi tekniklerinin nörolojik rehabilitasyonda etkin kullanımını artırmak için hasta bilgilendirme yöntemlerine başvurulabilir. Eğitim programları ve hasta katılımlı tanıtımlar bilinç düzeyini artırabilir.

Bulgular, özellikle fonksiyonel elektrik stimülasyonu (FES), ayna terapisi ve robotik rehabilitasyon gibi modern tekniklerin hastalar tarafından düşük düzeyde tanındığını, buna karşılık el ve ayak splintlerinin hem bilinirliğinin hem de algılanan etkililiğinin yüksek olduğunu göstermiştir.

Fonksiyonel elektrik stimülasyonu, üst ve alt ekstremite fonksiyonlarının iyileştirilmesinde önemli bir araçtır (Howlett et al., 2015); ancak çalışmamızda bu yöntemin hastalar tarafından neredeyse hiç tanınmaması, klinik uygulamada bilgi aktarımında eksiklik olabileceğini düşündürmektedir. Ayna terapisi, motor imgeleme ve kortikal yeniden organizasyonu destekleyerek özellikle üst ekstremite fonksiyonunu artırır (Deconinck et al., 2015), ancak yine çalışmamızda bilinirlik oranı oldukça düşüktür. Robotik rehabilitasyon ise nöroplastisiteyi destekleyen tekrarlayıcı ve yoğun egzersiz uygulamalarıyla umut vaat etmektedir (Mehrholz et al., 2018), fakat hastaların yaklaşık yarısı bu yöntemi yalnızca adını duymuş veya hiç duymamıştır.

El ve ayak splintlerinin yüksek bilinirlik ve algılanan etkililik düzeyi, bu tekniklerin uzun süredir klinik uygulamada yer alması ve hasta tarafından kolayca gözlemlenebilir olması ile açıklanabilir (Gracies, 2005). Buna karşılık vibrasyon terapisi ve biofeedback, literatürde olumlu etkileri bildirilmiş olmasına rağmen (Schleenbaker & Mainous, 1993; Marín et al., 2020), çalışmamızda hem bilinirlik hem de uygulama açısından düşük düzeyde kalmıştır.

Çalışmamızın sonuçları, klinisyenlerin ve rehabilitasyon ekiplerinin hastaları bu teknikler hakkında daha fazla bilgilendirmesi gerektiğine işaret etmektedir. Eğitim materyalleri, bilgilendirme toplantıları ve hasta-katılımlı deneyim oturumları, bilinirlik düzeyini artırabilir. Ayrıca, hastaların tekniklere yönelik algılarının değerlendirilmesi, bireyselleştirilmiş rehabilitasyon programlarının planlanmasında yardımcı olabilir (Laver et al., 2017).

KAYNAKÇA

Emberson, J., et al. (2014). Effects of arm and hand therapy after stroke: A randomised controlled trial. *The Lancet, 384*(9958), 1929–1935. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61376-1

Gracies, J. M. (2005). Pathophysiology of spastic paresis: I: Paresis and soft tissue changes. *Neurology, 65*(5 Suppl 1), S1–S4. https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000181689.77998.20

Kase, K., Wallis, J., & Kase, T. (2003). *Clinical therapeutic applications of the Kinesio Taping method* (3rd ed.). Tokyo: Ken Ikai Co. Ltd.

Langhorne, P., Bernhardt, J., & Kwakkel, G. (2011). Stroke rehabilitation. *The Lancet Neurology, 10*(9), 891–902. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70176-1

Laver, K. E., Lange, B., George, S., et al. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 11*, CD010023. https://doi.org/10.1002/14651858.CD010023.pub2

Mehrholz, J., Pohl, M., Platz, T., Kugler, J., & Elsner, B. (2018). Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 10*, CD006604. https://doi.org/10.1002/14651858.CD006604.pub3

Saposnik, G., & Levin, M., Stroke Outcome Research Canada (SORCan) Working Group. (2016). Virtual reality in stroke rehabilitation: A meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke, 47*(1), 1–9. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.010397

Schleenbaker, R. E., & Mainous, A. G. (1993). Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: A meta-analysis. *Journal of the American Board of Family Practice, 6*(6), 547–553. https://doi.org/10.3122/jabfm.6.6.547

Thieme, H., Mehrholz, J., Pohl, M., Behrens, J., & Dohle, C. (2013). Mirror therapy for improving motor function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 3*, CD008449. https://doi.org/10.1002/14651858.CD008449.pub2

Deconinck, F. J., Smorenburg, A. R., Benham, A., et al. (2015). Mirror therapy for the improvement of upper limb function after stroke. *Stroke, 46*(1), e18–e19. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.007463

Gracies, J. M. (2005). Pathophysiology of spastic paresis: I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle & Nerve, 31*(5), 535–551. https://doi.org/10.1002/mus.20284

Howlett, O. A., Lannin, N. A., Ada, L., et al. (2015). Functional electrical stimulation improves activity after stroke: A systematic review with meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 96*(5), 934–943. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.017

Laver, K. E., Lange, B., George, S., et al. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 11*, CD008349. https://doi.org/10.1002/14651858.CD008349.pub4

Marín, P. J., Santos-Lozano, A., Santin-Medeiros, F., et al. (2020). Whole-body vibration increases neuromuscular performance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Age, 42*(4), 1–14. https://doi.org/10.1007/s11357-020-00173-y

Mehrholz, J., Pohl, M., Platz, T., et al. (2018). Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 9*, CD006876. https://doi.org/10.1002/14651858.CD006876.pub4

Schleenbaker, R. E., & Mainous, A. G. (1993). Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: A meta-analysis. *Journal of the American Board of Family Practice, 6*(6), 547–553. https://doi.org/10.3122/jabfm.6.6.547

BİR ÜZÜMSÜ MEYVE OLAN TURNAYEMİŞİ

CRANBERRY, A BERRY FRUIT

Doç. Dr. Mehmet Settar Ünal
Şırnak Üni., Zir. Fak., Bahçe Bitkileri Böl., ŞIRNAK
ORCİD No: 0000-0001-5903-0157

ÖZET

Ilıman iklim bir meyve türü olan Turnayemişi; toprak üzerinde yayılan, herdem yeşil olan bir bitkidir. Dünyada 40°-50° Kuzey enlem derecelerinde asidik ve sulak yerlerde yetişir. Temelde taze meyve, meyve suyu, kuru meyve, baharat, sos, marmelat ve ilac sanayiinde kullanılan meyvelerin yaklaşık % 90-95'i meyve suyu veya sos olarak değerlendirilmektedir. Hasadı, Eylül'de başlayıp Ekim sonlarında tamamlanır ve içeriği değerlendirme şekline göre değişebilir. Bitki, lifli ve çok ince kılcal köklere sahip olup, dik sürgünler üzerinde çiçekler tek tek oluşur. Çiçekleri tam ve protandri olup allogamdırlar. Tozlanma, daha ziyade arılarla olmakla beraber rüzgar ile de gerçekleşebilir. İlk meyveler Haziran sonu Temmuz başlarında görülür. Normal bir meyvenin ağırlığı yaklaşık 1-1.5 g'dır. Toprak bakımından en büyük problem drenajın zayıf olması ve yabancı ot kontrolünün yetersizliğidir. Bitki, generatif ve vegetatif olarak çoğaltılabilmektedir. Ancak son zamanlarda doku kültürü ile çoğaltım yaygınlaşmıştır. Yer seçiminde iklim, toprak ve su temini önemlidir ve diğer meyve türlerine göre çok daha fazla su kullanılmaktadır. Pazara uzaklık da önemlidir. Bitkinin ihtiyaç duyduğu mineral maddeler yüzeysel su akışlarından veya çok yavaş parçalanan organik maddelerden sağlanmaktadır. Gübreleme dikimi takip eden ilk birkaç yılda çok önemlidir. Budama işlemi, özellikle de bitkiler yaşlanınca ve verimleri azalınca önem arzeder ve bu işlem, Aralık (erken) veya Mart (geç) aylarında yapılabilir. Üreticilerin sene içerisinde yaptıkları işlerin en mühimmi hasat işlemidir. Meyvelerin, tam renklerini aldıklarında ve olgunlaştıklarında hasat edilmesi gerekir. Hasat, çoğunlukla su içerisinde yapılmaktadır. Turnayemişleri; taze, kurutularak, meyve suyuna işlenerek, diğer meyve sularına karıştırılarak ve diğer bazı şekillerde satılabilirse de en yaygın pazarlanma şekli, meyve suyuna işlenmesidir. Soğuk hava depolarında ortam sıcaklığı 4 °C'de tutularak 19-20 hafta muhafaza edilebilmektedir.

Anahtar kelimeler: Üzümsü meyve, Turna yemişi, Değerlendirme şekli, Gıda değeri

ABSTRACT

Cranberry, a temperate climate fruit species, is an evergreen plant that spreads on the soil. It grows in acidic and wetlands at 40°-50° North latitude around the world. Approximately 90-95 % of the fruits, which are mainly used in fresh fruit, fruit juice, dried fruit, spices, sauces, marmalade and pharmaceutical industries, are used as fruit juice or sauce. Harvesting starts in September and ends in late October and the content may vary depending on the method of utilization. The plant has fibrous and very fine capillary roots and flowers are formed individually on erect shoots. Flowers are complete and protandry and allogamous. Pollination is mostly by bees, but can also occur by wind. The first fruits appear in late June, early July. The weight of a normal fruit is about 1-1.5 g. The biggest problem in terms of soil is poor drainage and inadequate weed control. The plant can be propagated generatively and vegetatively. However, tissue culture propagation has become widespread in recent years.

Climate, soil and water supply are important in site selection and much more water is used than other fruit species. Distance to the market is also important. The mineral substances needed by the plant are supplied from surface water runoff or from organic matter that decomposes very slowly. Fertilization is very important in the first few years following planting. Pruning is important, especially when the plants are old and yields are low, and can be done in December (early) or March (late). Harvesting is the most important work that cranberry growers do during the year. The fruits need to be harvested when they are fully colored and fully ripe. Harvesting is mostly done in water. Although cranberries can be sold fresh, dried, processed into fruit juice, mixed with other fruit juices and in some other ways, the most common way of marketing is processing into fruit juice. It can be stored for 19-20 weeks by keeping the ambient temperature at 4 °C in cold storage.

Key words: Grape fruit, Cranberry, Evaluation method, Food value

GİRİŞ

Turnayemişi; toprak sathında yayılıcı ve örtücü, herdem yeşil üzümsü bir meyve türüdür (Şekil 1). Yabani formları bataklık veya sulak sahalarda, su kenarlarında veya yaylalardaki zayıf drenajlı çayırlarda bulunur. Karadeniz Bölgesinin yeni meyvelerinden biridir. Acı, asidik ve kırmızı meyveleri vardır. Dünyada 40°-50° kuzey enlem derecelerinde asidik ve sulak yerlerde yetişir. Tatil kültürüyle aile sıhhati ve güzellik için önem arzeder. C vitamini muhtevası iyi seviyede olan meyve, kandaki şekeri aşağı çekmekte ve idrar yolları hastalıklarında antibakteriyel tesir yapmaktadır. Antioksidant olarak anılan fenoliklerce zengin olan meyve, bakterilere karşı vücudu savunmakta, ağız ve diş sağlığına yaradığı ifade edilmektedir. Yaşlanmayı tehir eden, beyni koruyan ve felç riskini azalan bir bitkidir. Tohumlarından elde edilen yağında bol miktarda omega-3 bulunur. Temelde taze meyve, meyve şırası, kurutulmuş meyve, baharat, sos, marmelat ve eczacılıkta değerlendirilen turna yemişlerinin tahminen % 90-95'i meyve şırası veya sos olarak kullanılmaktadır. Hasadı, Eylül'de başlayıp Ekim sonlarında tamamlanır ve içeriği değerlendirme şekline göre değişebilir. Sistematikteki yeri ise aşağıdaki gibidir.

Alem: Bitki

Bölüm: Spermatophyta

Takım: Ericales

Familya: Ericaceae

Cins. : Vaccinium

Şekil 1. Turnayemişi parseli

GELİŞME

Yetiştiriciliği yapılan ve meyveleri iri olan turnayemişi (*Vaccinium macrocarpon*) yavaş büyüyen, toprağa yayılan, odunsu, dar-ufak yapraklı, çok senelik ve herdem yeşil bir bitkidir. Ticari manada kültürünün yapıldığı sahaların % 30'undan çoğu tabiattaki yabani *Vaccinium macrocarpon* topluluklarından seçilen çeşitler ile kurulmuştur. Bitki, lifli ve çok ince kılcal köklere sahip olup, anabitkiden çıkan ve stolon olarak adlandırılan gövde 190 cm kadar boylanabilir. Meyve veren dik sürgünler tipik olarak 5-8 cm boyunda olmasına rağmen bu boy ışık ve beslenme durumuna göre değişebilir. Dik sürgünler birkaç sene yaşayabilir. Sürgün tomurcuklarıysa daha ufak ve sivridir ve daha dik yapraklar ile çevrili olup tomurcuk pulları yitiktir. Yapraklar 2 sene kadar bitki üzerinde kalabilir. Gelişme devresinde yaprakların üstü koyu yeşil ve parlak iken dinlenme devresinde kırmızımsı kahverengiye dönüşür.

Turnayemişi dik sürgünleri üzerinde gelişme devresinde oluşan çiçekler tek tektir. Dik sürgünün gelişmekte olan kısmına bağlı olan çiçekler 2-7 adet iken meyve sayısı 1-3 adettir. Çiçekleri tam ve protandri olup allogamdırlar. Tozlanma, daha ziyade arılarla olmakla beraber rüzgar ile de olabilir. Çiçeği; yumurtalık, bunu kuşatan 8 erkek organ, 4 çanak yaprak ve pembemsi beyaz 4 taç yaprak içerir. Tozlanma arılarla olur. Bombus ve bal arıları tozlanmada etkindir. İlk meyveler Haziran sonu Temmuz başlarında görülür. Normal bir meyvenin ağırlığı yaklaşık 1-1.5 g'dır (Şekil 2). Çiçeklenme sürgünün dip kısmından itibaren başlar ve uca doğru devam eder. Meyve, oluşumundan yaklaşık 80 gün sonra fizyolojik oluma ulaşır. Meyve deriminden sonra dinlenme dönemi başlar ve bitki 7.2°C'nin altında takriben 1000 saat kadar soğuklamaya gerek duyar.

Şekil 2. Turnayemişi meyvesi

Turnayemişi ılıman iklim bitkisidir. Sıcaklar, meyve gelişmesine yardımcı olur ama 30 °C'nin üzerinde bitki zarar görebilir. Olgunluk seviyesi; yöreye, rüzgar ve güneşe göre değişeceğinden yeni sürgünlerle gözlerin tamamı düşük sıcaklıklardan etkilenir. Kuru rüzgarlar olmasa da sıcaklığın -12°C'nin altına düşmesiyle dinlenmedeki tomurcuklar, yaprak ve sürgünler zarar görebilir. Gece ve gündüz sıcaklıkları birkaç gün daima 0 °C'nin altına düşer ve donmuş kökler ile kuru rüzgarlar da bu olaya katılırsa bitkiler kurur. Tavaları suyla doldurmak ya da sulamayı yağmurlama sistem ile yapmak, bitkilerin kışın soğuklardan muhafazasına yardımcı olur. Büyüme devresinde 160 günlük don olmayan dönem isteyen bitkide geç donlara karşı yağmurlama sulama tesis edilmelidir. Büyüme devresinde bitkiler, yaklaşık 15-30 °C arasında sıcaklık isterken 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda meyveler yanabilmektedirler. Tabii olarak organik ve kuvvetli asit topraklar, kumsal sahalar, yüzlek ve % 2'den az olan meyilli alanlarda bulunan turnayemişleri kültürel işlemlerin tamamen yerine getirildiği yerlerde iyi yetişirler. Toprakça en büyük mesele drenajın bozuk olması ve yabani ot denetiminin yetersizliğidir. Ayrıca, drenajı zayıf olan topraklarda tekstür ile doz dikkate alınmadan yapılacak herbisit uygulamaları neticesinde yabancı ot ilacı zararı da ortaya çıkabilmektedir. Büyüme devresinde birkaç saatten fazla su içerinde kalan yerlerde bitkilerde büyüme menfi olarak etkilenir. Bitkiler, fazla suyu sevmediği için yağış ya da sulama suyunun fazlası ve hasatta tavalara verilen fazla su drene edilmelidir. Köklerin gelişebilmesi için mineral maddelerin yanısıra havaya da ihtiyaç vardır ve yerde sabit kalmaları lazımdır. Toprağın organik madde kapsamı en az % 3.5 olmalıdır. Asitli (pH=4.0-4.5) topraklarda yetişir. Ama aşırı asitliği düşürmek için araziye kükürt(S) uygulanabilir. Çoğu bahçe bitkilerinin kolayca yetiştiği verimli tınlı topraklar uygun değildir.

Turnayemişi tohumla ve bitki aksamıyla çoğaltılabilir. Vegetatif çoğaltmada stolon veya bitkiden alınan sürgün parçaları kullanılırken son zamanlarda doku kültürü ile çoğaltım yaygınlaşmıştır. Tohumla çoğaltım ise ticari yetiştiricilikte kullanılmamaktadır. Çeşitlerin, iyi ve kaliteli meyve özelliklerine sahip olanları çelikle çoğaltılmaktadır. Çoğaltımda kullanılan çelikler iyi gelişen dik gelişen sürgünlerden alınırlar. Çelik dikimi ilkbahar ortalarında veya sonlarına doğru yapılırken fidan dikimi sonbaharda yapılır. En iyi çelik alma zamanı ise bitkilerin dinlenmede oldukları ve gözlerin uyanmasından hemen önceki zamandır. Çeliklerin genç, sıhhatli bitkilerin bir evvelki sene oluşan güçlü sürgünlerden alınması gerekir. Alınan çeliklerin tepesi kesilir, boyları yaklaşık 10 cm'e ayarlanır ve uç kısma yakın 8 kadar yaprak içermelidirler. Bu çelikler torf veya 1:1 nispetinde torf+kum karışımına dik olarak dikilirler. Köklendirme; tavalarda, viyollerde, saksılarda vb. malzemelerde yapılabilir. Bu çelikler 3 hafta içerisinde köklenmeye başlar. Köklenmeye başlayan genç bitkicikler yaz boyunca nemli ve

hafif gölgede tutulmalıdırlar. Çoğaltılan genç bitkiler ilk kışın soğuk seralarda veya yüksel tünellerde koruma altına alınmalıdırlar.

Yer seçiminde iklim, toprak ve su temini mühimdir. Tarımı yapılacak bölgede bitkilerin ilkbahar-sonbahar soğuklarından muhafazası, sulama, hasat ve kış soğuklarına karşı koruma amaçlı temiz ve taze su bulunmalıdır. Tavalardaki aşırı suyun süzülebilmesi için arazi toprağı uygun bir bünyeye sahip olmalıdır. Arazide soğuk hava birikiminin az veya hiç olmaması için gereğince yüksek yerde ve tavalar yeteri büyüklükte olmalıdır. Pazara uzaklık da mühimdir. Turnayemişleri, yükseltilmiş yastıklarda yetiştirilmektedir. Yeni dikimlerin yapılacağı tavalar hazırlanırken arazi kullanım durumu, tava büyüklüğü, hasat şekli, kumlama, drenaj sistemi, sulama ve gübreleme durumu dikkate alınmalıdır.

Bu bitkinin tarımında diğer meyve türlerine göre çok daha fazla su kullanılmaktadır. Tavalara bilhassa suyun verilmesi ve tavalardan geri alınması gibi işlemler için ciddi yatırımlar yapılmaktadır. Su; soğuğa karşı bitkiyi korumak, gelişme devresinde bitkinin su ihtiyacını karşılamak, derimi suda yapmak ve yabani otlarla bazı zararlılara karşı koruma sağlamak için de değerlendirilmektedir. Ayrıca sulama zamanı ve sulama yüksekliğini de iyi ayarlamak gerekir. Öte yandan bitki kökleri, çok aşağılarda olan suyu zor bulurken taban suyu çok yukarıda olursa da havasız kalarak zarar görebilirler. Herdem yeşil olduğu için yaz kış fizyolojik faaliyetini sürdürür. Bitkinin tarımında kullanılan suyun miktarı aylara göre değişirken alkali veya tuzlu olmaması lazımdır. Tavalarda yabani ot denetimini yapmak, bitkileri kış soğuklarına karşı muhafaza etmek ve zararlılara karşı mücadele etmek için belirli devrelerde tavalar suyla doldurulur. Tavaları suyla doldurmak aynı zamanda hasadın su da yapılması için de kullanılır. İlkbaharda tavalardaki suyun boşaltılma zamanı hassas bir şekilde belirlenmelidir. Geç donların zararlı olduğu yerlerde Nisan ayında tavalardaki su boşaltılır ve yağmurlama sulama ile dondan korunma sağlanabilir. Su içinde hasadı yapılan bitkilerin kökleri yukarı doğru çekilebileceğinden hasattan bir hafta sonra tavaların yeniden suyla doldurulması bitkilerin yere temas etmesi bakımından mühimdir.

Bitki; büyüme, gövde, kök, kol ve meyve oluşumu için gıda maddelerine ihtiyaç duyar. Bu mineral maddeler yüzeysel su akışlarından veya çok yavaş parçalanan organik maddelerden temin edilmektedir. Gübreleme dikimi takip eden ilk birkaç senede çok mühimdir. Gübreye duyulan ihtiyaç, toprak/yaprak tahlillerine göre yapılmalı ve hava durumu, verim, meyve kalitesi ile hastalık-zararlı yoğunluğu da göz önünde bulundurulmalıdır . Yetiştirme yastıkları oluşturulduktan sonra çiftçilerin bir gübreleme programı olmalıdır. Mineral madde ihtiyacı toprak ve iklime göre değişir. Yavaş çözünen gübreler gelişme başlangıcında bir defada uygulanabildiği gibi Mayıs-Ağustos arasında 2-3 parçaya bölünerek de uygulanabilir. Sıvı gübreler yağmurlama sulama ile verilebilir. Bu şekilde gübreleme yaptıktan sonra bitkiler normal su ile yıkanmalıdır.

Bitki, sürünücü bir yapı sergilediği için budanması diğer meyve türlerine farklıdır. Budamada çok uzun kollar ve dik sürgünler kesilerek kuru hasadın daha basitleşmesi sağlanır. Budama, makine veya makas kullanılarak omcalara zarar vermeden yapılmalıdır. Bitkide genç ve kuvvetli sürgün oluşumunu sağlamak, sürgün ve meyve oluşumunu dengelemek, dik sürgün oluşumunu teşvik etmek, arı faaliyetini artırmak, meyve çürüklük hastalığını azaltmak, hasadı kolaylaştırmak, yeni bitkiler üretmek vs. için budama yapılmaktadır. Budama, bilhassa da bitkiler yaşlanınca, odunlaşınca ve verimleri azalınca önem arzeder ve bu işlem, Aralık (erken) veya Mart (geç) aylarında yapılabilir.

Kumlama yapılmış olan tavalarda soğuk zararı daha az olmaktadır. Kurakda torfun çatlamasına mani olur ve bitkiler toprakta yayıldığı için yaprakların bulunduğu boğumlarda kök teşekkülünü uyarır. Kumlama zamanı ve miktarı, tavanın hangi sıklıkla kumlandığına ve kumlamada kullanılan metoda göre değişir. Genelde 3-4 senede bir kere olmak üzere 3-4 cm kalınlığında

tavalara kum verilmektedir. Yeni dikimlerde kumlama çok daha mühimdir. Kumlama ile yabancı ot tohumlarının çimlenmesi de baskı altına alınmış olur. Bu işlemden hemen sonra buzun taban kısmında oluşan su hızlı bir şekilde tavalardan uzaklaştırılmalıdır.

Bu tavalardan bol ve kaliteli ürün alabilmek için omcaların hastalık ve zararlılara karşı korunması gerekir. Hastalık ve zararlılar bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz olarak etkilemekle kalmaz ürün kaybına, asmaların zararlanmasına hatta tavalarda bölgesel veya toptan bitki kayıplarına da sebep olabilir. Türkiye'de henüz ticari olarak tarımı yapılmadığından deneme bahçelerinde bu hastalık ve zararlılara rastlanmamıştır. Hastalık ve zararlıların kontrolünde entegre mücadele uygulamak, populasyon yoğunluğunu kontrol ederek zarar seviyesini belirlemek, böcek yakalayıcı ağlar ve feromen tuzakları kullanmak ya da ilkbaharda havalar ısınmaya başlayınca insektisit ve fungusitlerle mücadele programını uygulamak gerekir.

Hasat, üreticilerin sene içinde yaptıkları işlerin en önemlisidir. Meyveler, tam rengini aldığında ve tam olumda derilmelidir. Bunun için olgunluk zamanı yastıkların üzeri 30 cm derinlikte su ile kaplanmakta ve özel makinalarla meyveler derilerek su sathına çıkarıldıktan sonra tavalardaki su derinliği 60 cm'e yükseltilmekte ve sonra vakumlu aletler veya taşıyıcılarla meyveler tavadan alınmaktadır. Hasat, genelde su sıcaklığının 13 °C'nin altına düştüğü Eylül sonlarında yapılmaktadır. Üretim alanları artınca ve işçilik ücretleri yükselince ev yapımı hasat makinaları kullanılmaya başlanmıştır. Şu anda elde edilen turnayemişlerinin % 85'i suda derilmektedir. Bu metot yardımıyla makinayla derim yapılabilmekte, çok daha hızlı olmakta, işgücü azalmakta ve meyvelerin tamamına yakını derilebilmektedir. Diğer yandan su içinde yapılan hasat, kuru hasada göre çok daha kısa sürede tamamlanabilmekte, daha az işgücü istemekte ve meyveler hızla tavanın dışına alınabilmektedir. Yine kuru hasat, kuru hava isterken su içinde her zaman hasat yapılabilir.

Turnayemişleri; taze, kurutularak (Şekil 3), meyve suyuna işlenerek, diğer meyve sularına karıştırılarak ve diğer bazı şekillerde satılabilirse de en yaygın pazarlanma şekli, meyve suyuna işlenmesidir. Ayrıca kullanım şekilleri de gün geçtikçe artmaktadır.

Şekil 3. Kurutulmuş turnayemişi meyvesi

Soğuk hava depolarında ortam sıcaklığı 4 °C'de tutularak 19-20 hafta muhafaza edilebilmektedir. Teneke kutulara doldurularak depolanması daha uygundur. Ama hasattan

hemen sonra soğutma yapılırsa tablada daha uzun süre dayanabilmektedirler. Günümüzde üretilen meyvelerin % 80'i meyve suyuna işlenmekte ve Karadeniz Bölgesi'nde ürün çeşitliliğine önemli bir katkı sağlayabilecektir.

SONUÇ

Üzümsü meyveler, kendisine has renk, tat ve koku, zengin vitamin ve mineral madde kapsamı ile gıda sanayiinde çok değişik kullanım imkanları gibi sebeplerden dolayı öbür özel bir önem arzederler. Yine Türkiye'de üzümsü meyve yetiştiriciliği, sosyo-ekonomik açıdan da mühimdir. Ufak aile işletmeleri için, bilhassa çok düşük gelirli orman köyleri için uygun olabilir. Ülkemiz için yeni bir meyve türü olan ve zirai sanayiide de kullanım imkanı olan Turnayemişi'nin hem tanıtımını yapmak hem de alternatif bir zirai üretim kolu olarak yaygınlaştırma çalışmaları yapmak üreticiye ek gelir imkanı sağlayacağı gibi hem de bitkinin yaygınlaşmasını ve tanıtımına katkı sunacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ağaoğlu, 1984. Türkiye'de Üzümsü Meyvelerin Bugünkü Durumu ve Gelece Türkiye'nin Yaş Meyve ve Sebze Üretim Potansiyeli Semineri. 27-29 Kasım 1984. Yalova.
2. Ağaoğlu, Y.S.1986. Üzümsü Meyveler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:984 Ankara.
3. Ağaoğlu, Y.S. 2003. Türkiye'de Üzümsü Meyvelerin Dünü, Bugünü ve Yarını Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 23-25 Ekim 2003, Ordu, Bildiriler Kitabı:1-13. Ordu.
4. Ağaoğlu, Y.S. 2006. Türkiye'de Üzümsü Meyvelerin Bugünkü Durumu ve Geleceği. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu 14-16 Eylül 2006, Tokal. Bildiriler Kitabı: 1-7. Tokat.
5. Ağaoğlu, Y.S. 2009. Niçin Üzümsü Meyveler. III. Ulusal Üzümsü Meveler Sempozyumu 10-12 Haziran 2009, Kahramanmaraş, Bildiriler Kitabı:1-10 Kahramanmaraş.
6. Çelik, H., İslam, A., 2013. Turnayemişi (Üzümsü Meyveler). Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları No. 1, Ankara.
7. Özbek. S. 1971. Bağ-Bahçe Bitkilerinin Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraa Fakültesi Yayımları, No:419. Ankara.
8. Winkler, A.J.1948. Maturity tests for table grapes: the relati to time of maturating and polatability, Proc. Am. Soc. Ho
9. Caruso, F.L., 1998. Cranberry cultivars. In: Cranberry Production. A Guide For Massachusetts. (Eds.: Sandler, H.A.) Cranberry Experiment Station. College of Food and Natural Reseources, Univ. of Massachusetts Extension: 40-50p.

ÜZÜMSÜ MEYVELER, KULLANIM ALANLARI İLE BESLENME DEĞERLERİ

BERRIES, THEIR USES AND NUTRITIONAL VALUES

Doç. Dr. Mehmet Settar Ünal
Şırnak Üni., Zir. Fak., Bahçe Bitkileri Böl., ŞIRNAK
ORCİD No: 0000-0001-5903-0157

ÖZET

Üzümsü meyvelerin geçmişi insanlık tarihi kadar eskidir. Ilıman iklim meyve türü olan üzümsü meyvelerin tamamı çok yıllık (perennial) bitkiler olup genelde odunsu yapıdadırlar. Botanik bakımdan basit, taneli meyve grubu içerisinde bulunan üzümsüler; genelde ovaryumdan gelişmekte, meyve çeperi veya perikarpın etlenmesi ve sulanması ile yenilebilir bir yapıya dönüşmektedir. Bu meyve türleri, insanoğlu ve birçok hayvan türü tarafından meyveleri ya da bitkileri için kullanılmaktadır. Bu meyve türleri; birçok amaç için tarımı yapılmakla beraber daha ziyade hobi bahçeleri ile park ve bahçelerde yer almakta, meyve bahçelerinde ara ziraati olarak yetiştirilmekte, çit ve erozyon bitkisi olarak kullanılabilmektedirler. Bunlar; güzel görünümlerinden dolayı park ve bahçe düzenlemelerinde de değerlendirilmektedirler. Habitus itibariyle de farklılık arzeden bu bitkiler, zirai sanayi için de önem arz ederler. Üzümsü meyveler, meyve teşekkülü ve irilikleri açısından da sınıflandırılmaktadırlar. Ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan türler başlıca 4 cins içerisinde toplanmış olup, bunlar; *Ribes, Rubus, Fragaria* ve *Vaccinium*'dur. İç tüketimi ve bilhassa dış ülkelerdeki tüketim miktarının son yıllardaki artışı, bunların iç ve dış ticarette önemini artırmaktadır. Türkiye'deki tarımı ise, bilhassa gelir seviyesi düşük ve göç veren Doğu Anadolu, Karadeniz ve İç Anadolu bölgeleri için önem arz eder. Dünya genelinde fazla miktarda tüketildiği için geniş bir pazara sahiptir. Bunların; değişik özellikte içecek, yoğurt, mısır gevreği, tatlı vs. gıdalarda yoğun olarak kullanılması satış potansiyellerini de yükselmiştir. Üzümsü meyvelerde maliyeti etkileyen en önemli bir diğer husus hasat işçiliğidir. Bunun için tesis edilecek plantasyonların mekanizasyona elverişli olarak kurulmasına imkan verecek terbiye şekillerinin oluşturulmasına dikkat edilmelidir. Özetle; üzümsü meyvelerin ekolojik isteklerine uygun üretim planlaması yapılmalı; ürünlerin işleneceği sanayi tesislerinin atıl kalmamasına, bu planlama ile çözüm getirilmeli; sözleşmeli üretimin yaygın hale getirilmesi, bu imkandan yararlanacak olan kesimler için büyük yararlar sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Üzümsü meyve, Gıda değeri, Kullanım alanları

ABSTRACT

The history of berries is as old as human history. All grape fruits, which are temperate climate fruit species, are perennial plants and are generally woody. Botanically, grape fruits, which are in the group of simple, berries generally develop from the ovary and turn into an edible structure with the fleshing and irrigation of the fruit wall or pericarp. These fruit species are used by humans and many animal species for their fruits or plants. Although these fruit species are cultivated for many purposes, they are mostly used in hobby gardens and parks and gardens, they are grown as intermediate agriculture in orchards, and they can be used as hedges and erosion plants. They are also used in park and garden arrangements due to their beautiful appearance. These plants, which differ in terms of habitus, are also important for the agricultural

industry. Berries are also classified in terms of fruit formation and size. Economically cultivated species are mainly grouped in 4 generally; *Ribes, Rubus, Fragaria* and *Vaccinium.* Their domestic consumption and especially the increase in the amount of consumption in foreign countries in recent years increase their importance in domestic and foreign trade. Its cultivation in Turkey is especially important for the Eastern Anatolia, Black Sea and Central Anatolia regions, which have low income levels and emigration. Since it is consumed in large quantities worldwide, it has a wide market. Their intensive use in foods such as beverages, yogurt, cereals, desserts, etc. has increased their sales potential. Another important issue affecting the cost of grape fruits is harvesting labor. For this reason, attention should be paid to the establishment of training systems that will allow the plantations to be established in a way that is suitable for mechanization. In summary, production planning should be made in accordance with the ecological requirements of grape fruits, solutions should be provided with this planning to prevent the industrial facilities where the products will be processed from remaining idle, and the widespread use of contract production will provide great benefits for those who will benefit from this opportunity.

Key words: Berries, Food value, Usage areas

GİRİŞ

Üzümsü meyvelerin mazisi beşeriyet tarihi kadar eskidir. Tarihin ilk devrelerinde insanlar, çevrelerinde bulunan yabani bitkiler ile beslendikleri için üzümsü meyvelerin de yabani formları insan beslenmesinde fazla kullanılan bitkiler arasında sayılmıştır. Bu meyvelerin şuurlu olarak yetiştirilmeleri ise 19. asırda başlar. Üzümsü meyvelerin yetiştirilmeye başlanmalarındaki bu gecikme ise bunların yabani formlarının çok geniş sahaya yayılması ve halkın ihtiyaçlarını bu yabani meyvelerden temin etmelerinden ileri gelmiştir.

Mutedil iklim meyve türü olan üzümsü meyveler (Şekil 1,2), tohumlu bitkilerin (*Spermatophyta*) kapalı tohumlular (*Angiospermae*) ve çift çenekliler (*Dicotyedonae)* sınıfında yer alırlar. Üzümsü meyvelerin hepsi çok yıllık (perennial) bitkiler olup genelde odunsu yapıdadırlar. Botanik olarak basit meyveler gurubu içinde bulunan üzümsü meyveler; genelde çiçeklerin yumurtalıklarından gelişir, meyve çeperi veya perikarpın etlenmesi ve sulanması ile yenebilir bir yapı kazanırlar. Tabii ortamda gruplar halinde bulunan bu meyve türleri, insanoğlu ve birçok hayvan türü tarafından meyveleri ve bitkileri değerlendirilmektedir. Bunlar, birçok amaç için yetiştirilmekle beraber daha ziyade hobi bahçelerinde yer almakta ve öbür meyve bahçelerinde ara ziraati olarak yetiştirilmektedirler. Ayrıca, bu türler üzerinde sanayiye dönük çalışmalar da yürütülmektedir.

Bu bitkiler; her sene muntazam ürün vermeleri ve bakım işlerinin basitliğinden dolayı zirai işletmelerin değerli bitkileri arasında yer alırlar. Bilhassa aile işletmelerinde atıl olan kadın ve çocuk işgücünün değerlendirilmesinde ideal bitkiler arasındadırlar. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak son senelerde besleyicilik değerlerinin ve farklı şekillerde değerlendirme imkanlarının belirlenmesiyle beraber üretim alan ve miktarlarında da artış görülmektedir.

Üzümsü meyveler, güzel görünümlerinden dolayı park ve bahçe düzenlemelerinde de kullanılırlar. Yayılmaları, genelde kuşlar veya diğer hayvanlarca gerçekleşmektedir. Tohumdan elde edilen bitkilerden amaca uygun olanlar seçilerek uygun olan eşeysiz çoğaltım yöntemiyle üretimleri yapılmaktadır.

Şekil 1. Çilek bahçesi tesisi

Şekil 2. Frenküzümü bahçesinde hasat

GELİŞME

Üzümsü meyveler habitus itibariyle de farklılık arzederler. Şöyleki; Turna yemişi (cranberry) gibi tutunucu, Asma gibi sarılıcı, Çilek gibi otsu ve yere yakın büyüyen, Ahududu ve böğürtlen gibi çok gövdeli ve Maviyemiş gibi yüksek gövdeli birçok türü bulunmakta olup, genetik olarak heterozigot yapıdadırlar. Yani özellikler bir veya birden fazla gen tarafından kontrol edildikleri için ıslah amacı hariç, tohum ile üretimleri yapılmaz.

Üzümsü meyveler (Şekil 2), meyve teşekkülü ve irilikleri açısından da sınıflandırılmaktadırlar. Meyveler ya tek ya da salkımlar üzerinde; yeni süren genç sürgünler ve yaprağın dala bağlandığı yerdeki koltuk tomurcuklarından süren çiçek dalcıkları veya koltuk sürgünleri

üzerinde yer alırlar. Çok sayıdaki üzümsü meyvelerde çiçek sürgünleri, bir mevsim önce oluşan dallar üzerindeki tomurcukların sürmesiyle oluşurlar, ancak bu sürmenin normal olabilmesi için bu tomurcukların soğuklama ihtiyacını karşılaması gerekir. Ancak, tropik ve subtropik bitkiler ile bazı üzümsü meyvelerde aynı mevsim içerisinde oluşan meyve tomurcukları sürerek meyve oluşturabilme özelliğine de sahiptir olurlar ve bu yüzden bunlara "yediveren" denilir.

Ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan türler başlıca 4 cins içerisinde toplanmışlardır. Bu cinsler *Ribes, Rubus, Fragaria* ve *Vaccinium*'dur. Bu cinslerden üç tanesi (*Rosa, Rubus ve Fragaria*) Gülgiller (*Rosaceae*) familyasında olup üzümsü meyvecilikte ve hatta diğer meyvecilikte bu familya çok büyük öneme haizdir. Çilek, ahududu, böğürtlen, kuşburnu, çakal eriği gibi üzümsüler de bu familyadadırlar.

Ülkemizde, Avrupa ve Amerika kökenli tür ve çeşitler ilk defa 1967 yılında Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırama Enstitüsüne getirilmiş, bunları 1972 ve 1974 yıllarında getirtilen yeni çeşitler izlemiştir. Ülkemiz tabii florasında yabani formların çok yaygın olarak bulunmasına rağmen, üzümsü meyvelerin çilek dışında kalanların yetiştirilmeleri günümüzde çok az denecek kadardır. Bunun sebebi çok olmakla beraber başlıca iki ana unsur bulunmaktadır. 1. Tarım Bakanlığının bu türlere gerekli ilgiyi yeterli bir şekilde göstermemiş olması ve bu hususta yetişmiş elemanların ayrılması sonucu bu alanda yeni eleman yetiştirilme yoluna gidilmemesidir. 2. Pazarlama meselelerinden dolayı üreticilerimiz bu türlere ısınamamıştır. Yine Ziraat Fakültelerinin bu hususlara yeteri kadar eğilmemiş olmaları da önem arzetmektedir.

Şekil 2. Değişik üzümsü meyveler

Üzümsü meyvelerin kullanım alanları çok geniştir. İç tüketim ve bilhassa dış ülkelerdeki tüketim miktarının son senelerdeki yükselişi, iç ve dış ticarette üzümsülerin değerini yükseltmektedir. Genelde yüksek fiyatla satılma durumu olan ürünler sınıfını teşkil eden üzümsülerin ülkemizdeki üretimi, bilhassa gelir seviyesi az ve dışa göç veren Doğu Anadolu, Karadeniz ve Orta Anadolu bölgeleri için önem arz eder. Üzümsü meyvelerin üretimi el emeği yoğun bir çalışma kolu olduğundan işsizlik meselesine müspet olarak katkı sağlayabilecek, bilhassa toplama işçiliği bakımından kadın ve çocuk el emeğinden en yüksek ölçüde

yararlanılabilecektir. Bu ürünlerin bu yörelerde yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi zirai sanayi kuruluşlarının da çoğalmasına katkıda bulunacaktır.

Üzümsü meyveler dünya genelinde geniş çapta tüketildiği için yaygın bir pazara sahip olup, bunların satışlarında satış potansiyeli, taze ve mamul çeşit yelpazesinin yükselişine paralel olarak artış göstermektedir. Bunların; meşrubat, yoğurt, mısır gevrekleri tatlılar vs. gıdalarda yoğun olarak kullanılmasıyla beraber satış potansiyelleri daha fazla yükselmiştir.

Modern hayat tarzları ve tüketici tercihleri neticesinde, bunların bitki çayları, meyve suyu, dondurma, reçel, marmelat, pasta, kek vs. gibi zirai sanayide kullanımları da artmaktadır (Şekil 3) . Bu sektördeki teknolojik ilerlemelerde, bilhassa süper ve hipermarketlerde dondurulmuş ürünler pazar paylarını daima artırmaktadır.

Bilhassa gıda endüstrisindeki büyük gelişmeler, her tür meyve ve sebzenin değerlendirilmesine imkan sağladığı için hasattan sonra muhafazaları güç olan yaş meyve ve sebzelerin değerlendirilmelerindeki bu gelişmeler, üzümsü meyvelerin yetiştiriciliğine de büyük hız kazandırmıştır. Gelecekte tüketicilerin hazır gıdalara ve kolaylığa olan taleplerinin artmasıyla beraber bu meyve türleri gıda sanayiinde daha fazla kullanılacaktır.

Ülkemizde meyve bahçeleri genelde küçük olup elde edilen mahsül miktarları da buna paralel olarak çok ufak miktarlarda olabilmektedir. Ancak sanayici yeter miktardaki ürünü kendi tesisinin olduğu yörede temin etmekte sıkıntı yaşayınca daha ırak yerlerden sağlama yoluna müracaat etmektedir. Bu da, çok hassas olan taze ürünlerin kalite yitiklerine yol açmaktadır. Ülkemizde mamül meyve miktarlarında son senelerde bir düşüş görülmektedir.

Üzümsü meyvelerin yetiştiriciliği yeni olduğundan Tarım ve Orman Bakanlığı çiftçiyi eğitmeli; daha sonraki merhalelerde eğitimi devam ettirmeli ve üniversitelerle işbirliği yapılmalıdır. Bunlarda maliyete tesir eden en mühim husus hasat işçiliği olduğundan kurulacak plantasyonların mekanizasyona uygun olarak kurulmasına imkân verecek terbiye sistemlerinin teşkiline özen gösterilmelidir.

Üzümsülerin iklim ve toprak isteklerine uygun üretim planlaması yapılmalı; ürünlerin işleneceği sanayi kuruluşlarının boş kalmamasına, böylesi bir planlama ile çözüm sağlanmalıdır. Cumhuriyetimizin kuruluşundan bugüne kadar ülkemizde bağ-bahçe bitkileri üretiminde çok mühim gelişmeler sağlanmıştır. Modern üretim usulleri, verimli ve kaliteli yeni tür ve çeşitler ülkemize kazandırılmıştır. Ülkemizin farklı bölgelerinde açılan Ziraat Fakültelerinin Bahçe Bitkileri Bölümleri ve ilgili Araştırma Enstitüleri bölgelerindeki bağ-bahçe bitkileri üzerinde araştırma yapmaktadırlar. Bugün üzümsülerde, üzüm hariç, diğer tüm türlerde üretim potansiyeli gereği gibi değerlendirilememektedir.

Şekil 3. Üzümsülerin değerlendirme şekilleri

SONUÇ

Üzümsü meyveler, gıda sanayii haricinde çit bitkisi, erozyon bitkisi, süs bitkisi gibi estetik ve fonksiyonel amaçlarla da kullanılabilmektedir. Üzümsülerde maliyeti etkileyen en önemli husus hasat işçiliği olduğu içindir ki yeni tesis edilecek plantasyonlarım mekanizasyona uygun olarak kurulmasına imkan verecek terbiye şekillerinin teşkil edilmesine özen gösterilmelidir. Bu türlerin iklim ve toprak isteklerine uygun üretim planlaması gerçekleştirilmeli; ürünlerin işleneceği endüstri kuruluşlarının boş kalmamasına, bu planlamayla çözüm getirilmelidir. Hali hazırda endüstride mamul hale getirilen ürünlerde olduğu gibi, üzümsülerin üretiminde de sözleşmeli üretimin yaygın hale getirilmesi, bundan istifade edecek olan her iki kesim için de büyük faydalar temin edilecektir.

KAYNAKLAR

1. Ağaoğlu, 1984. Türkiye'de Üzümsü Meyvelerin Bugünkü Durumu ve Gelece Türkiye'nin Yaş Meyve ve Sebze Üretim Potansiyeli Semineri. 27-29 Kasım 1984. Yalova.

2. Ağaoğlu, Y.S.1986. Üzümsü Meyveler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:984 Ankara.

3. Ağaoğlu, Y.S. 2003. Türkiye'de Üzümsü Meyvelerin Dünü, Bugünü ve Yarını Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 23-25 Ekim 2003, Ordu, Bildiriler Kitabı:1-13. Ordu.

4. Ağaoğlu, Y.S. 2006. Türkiye'de Üzümsü Meyvelerin Bugünkü Durumu ve Geleceği. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu 14-16 Eylül 2006, Tokal. Bildiriler Kitabı: 1-7. Tokat.

5. Ağaoğlu, Y.S. 2009. Niçin Üzümsü Meyveler. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu 10-12 Haziran 2009, Kahramanmaraş, Bildiriler Kitabı:1-10 Kahramanmaraş.

6. Ağaoğlu, Y.S., 2013. Üzümsü Meyvelerin Tanımı, Tarihçesi, Sistematikteki Yeri, ve Botanik Özellikleri (Üzümsü Meyveler). Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları No. 1, Ankara.

7. Onur, C., Türemiş, N., Derin, K., Çinçener, T., Ağaoğlu, Y.S. vd. 1999 Bazı Freni Üzümü, Ahududu ve Böğürtlen Çeşitlerinin Evaluasyonu. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı:772-775. Ankara.

8. Özbek. S. 1971. Bağ-Bahçe Bitkilerinin Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraa Fakültesi Yayımları, No:419. Ankara.

9. Winkler, A.J.1948. Maturity tests for table grapes: the relati to time of maturating and polatability, Proc. Am. Soc. Ho

ÇOCUKLARDA DİJİTAL BAĞIMLILIĞIN AZALTILMASINA YÖNELİK STRATEJİLERİN BELİRLENMESİ VE AHP YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

DETERMINATION AND EVALUATION OF STRATEGIES FOR REDUCING DIGITAL ADDICTION IN CHILDREN USING THE AHP METHOD

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa DEMİRBİLEK

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendsilik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Gaziantep, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1520-2882

Bünyamin ÇALIŞKAN

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendsilik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Gaziantep, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-2978-8412

Kerim Mehti ERBAY

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendsilik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Gaziantep, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-7592-854X

ÖZET

Günümüzde dijital cihaz bağımlılığı, özellikle çocuklar arasında hızla artış gösteren ve küresel ölçekte ciddi endişelere yol açan önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu bağlamda, çocukların dijital bağımlılığını önlemeye ve azaltmaya yönelik etkili müdahale stratejilerinin belirlenmesi, hem bireysel gelişimi desteklemek hem de toplum sağlığı açısından kritik bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışma, 0–12 yaş arası çocuklarda dijital bağımlılığı azaltmaya yönelik uygulanabilir ve etkili stratejilerin belirlenmesini ve bu stratejilerin önceliklendirilmesini amaçlamaktadır. Karar verme sürecinde, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, Gaziantep ilinde görev yapan ve alanda uzman beş çocuk gelişimi uzmanının görüşlerine başvurularak, değerlendirme kriterleri olarak maliyet, ulaşılabilirlik, güvenilirlik, konfor ve referans olmak üzere beş temel kriter belirlenmiştir. Bu kriterler doğrultusunda dört müdahale alternatifi oluşturulmuştur: (i) çocuğun kreşe gönderilmesi, (ii) sportif faaliyetlere yönlendirilmesi, (iii) ebeveynle oyun alanında vakit geçirilmesi ve (iv) okul sonrası okul–ebeveyn iş birliğinin artırılması. Saaty'nin 1–9 ölçeği esas alınarak gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalar sonucunda kriterlerin ağırlıkları sırasıyla %7,0 (maliyet), %9,8 (ulaşılabilirlik), %45,5 (güvenilirlik), %16,0 (konfor) ve %21,6 (referans) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlık değerleri, uzman görüşlerinin güvenilirliği ve karar verme sürecinin tutarlılığı açısından değerlendirildiğinde, tutarlılık oranının (CR) 0.011 olarak bulunması, yapılan karşılaştırmaların yüksek tutarlılık düzeyinde

gerçekleştirildiğini göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre, en yüksek toplam öncelik ağırlığı %41,56 ile çocuğun kreşe gönderilmesi stratejisine ait bulunmuş; bunu sırasıyla sportif faaliyetlere yönlendirme (%21,99), okul–ebeveyn iş birliğinin artırılması (%19,68) ve ebeveynle oyun alanında vakit geçirme (%16,77) stratejileri izlemiştir. Çalışma AHP yönteminin dijital bağımlılıkla mücadele gibi karmaşık ve çok boyutlu karar verme problemlerinde etkili bir araç olarak kullanılabilirliğini göstermiştir. Elde edilen bulgular, politika yapıcılar ve uygulayıcılar açısından çocuk gelişimi alanında dijital bağımlılığı önleyici müdahalelerin planlanmasında yol gösterici niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital bağımlılık, Çocuk Gelişimi, Çok Kriterli Karar Verme, AHP Yöntemi

ABSTRACT

In today's world, digital device addiction has rapidly emerged as a significant issue, particularly among children, raising serious concerns on a global scale. In this context, the identification of effective intervention strategies to prevent and reduce digital addiction in children has become a critical necessity, both to support individual development and to protect public health. This study aims to identify and prioritize applicable and effective strategies to reduce digital addiction among children aged 0–12 years. In the decision-making process, the Analytic Hierarchy Process (AHP), one of the multi-criteria decision-making methods, was employed. Opinions of five child development experts working in Gaziantep province were consulted, and five main evaluation criteria were determined: cost, accessibility, reliability, comfort, and reference. Based on these criteria, four intervention alternatives were established: (i) enrolling the child in kindergarten, (ii) encouraging participation in sports activities, (iii) spending time with parents in playgrounds, and (iv) enhancing school–parent cooperation after school. Pairwise comparisons were conducted using Saaty's 1–9 scale, and the weights of the criteria were calculated as 7.0% (cost), 9.8% (accessibility), 45.5% (reliability), 16.0% (comfort), and 21.6% (reference), respectively. The consistency ratio (CR) was found to be 0.011, indicating a high level of consistency in the expert evaluations and the decision-making process. According to the analysis results, the strategy of enrolling the child in kindergarten received the highest priority weight at 41.56%, followed by sports activities (21.99%), enhancing school–parent cooperation (19.68%), and spending time with parents in playgrounds (16.77%). The findings demonstrate that the AHP method serves as an effective tool in addressing complex and multidimensional decision-making problems such as combating digital addiction. Moreover, the results provide valuable guidance for policymakers and practitioners in the planning of preventive interventions against digital addiction in the field of child development.

Keywords: Digital Addiction, Child Development, Multi-Criteria Decision Making, AHP Method

GİRİŞ

Dünya genelinde çocukların dijital cihazlara olan bağımlılığı endişe verici düzeyde artış göstermektedir. Cheng ve Li (2014), yaptıkları meta-analiz çalışmasında, internet bağımlılığının %17,15 ve dijital oyun bağımlılığının %10,71 oranında olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Ding ve Li (2023), 8-12 yaş arası çocukların dijital bağımlılık düzeyini inceledikleri çalışmada ortalama puanın 50,75 olduğunu belirlemişlerdir. Bu bulgular, dijital cihazların çocukların yaşamındaki yerinin giderek daha da arttığını ortaya koymaktadır. Dijital bağımlılığın çocuklar üzerindeki etkileri yalnızca bireysel düzeyde değil, aynı zamanda sosyal boyutlarda da belirgin hale gelmektedir. Hawi vd. (2019), çocuklarda aşırı dijital cihaz

kullanımının yalnızlık, sosyal izolasyon, sabır eksikliği ve aile bağlarının zayıflaması gibi olumsuzluklara neden olabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca, dijital bağımlılığın dikkat eksikliği, uyku bozuklukları ve akademik başarıda düşüş gibi sonuçlar doğurabileceğini belirtmektedir (Ding ve Li, 2023). Bal ve Okkay (2021) ise çocuklarda dijital oyun oynama alışkanlığı arttıkça uyku düzeninin bozulduğunu ve dikkat problemlerinin arttığını ifade etmektedir.

Son yıllarda dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte, çocuklarda dijital bağımlılık önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalar, dijital bağımlılığın çocukların psikososyal gelişimi, akademik başarıları ve aile ilişkileri üzerindeki etkilerini farklı boyutlarıyla ele almaktadır. Byun vd. (2009), dijital bağımlılık üzerine gerçekleştirdiği meta-sentez çalışmasında internet ve sosyal medya bağımlılığının psikolojik ve sosyal etkilerini derinlemesine ele almıştır. Oktay ve Öztürk (2024), çocukların ekran başında geçirdiği sürenin sosyal etkileşimleri ve akademik başarıları üzerindeki olumsuz etkilerine dikkat çekmişlerdir. Yiğit ve Günüç (2020), karma yöntemle yürüttükleri çalışmalarında çocukların dijital oyun bağımlılığı düzeylerini ve aile profillerini değerlendirmiştir. Gül ve Özgür (2023) ise ortaokul öğrencilerinin dijital oyun bağımlılıkları ile davranışsal ve duygusal sorunlar arasındaki ilişkileri hem nicel veriler hem de nitel görüşmeler yoluyla ortaya koymuşlardır. Kırlıoğlu vd. (2023), çocuklardaki dijital bağımlılığı ebeveynlerle birlikte değerlendirdikleri nicel araştırmalarında, anket ve ölçekler aracılığıyla ebeveyn tutumlarını analiz etmişlerdir.

AHP yönteminin farklı alanlardaki uygulamaları incelendiğinde, yöntemin geniş bir kullanım alanına sahip olduğu görülmektedir. Erdoğan (2024), AHP'nin karar verme problemlerini hiyerarşik yapıda modelleyerek hem objektif hem de subjektif kriterleri dikkate aldığını ve ikili karşılaştırmalar yoluyla kriterlerin önem düzeylerini belirlediğini vurgulamaktadır. Doğan ve Akbal (2019), Niğde'de bir üniversite hastanesinde medikal tedarikçi seçiminde AHP yöntemini başarıyla uygulamışlardır. Sütçü (2022) ise Türkiye'de bir hastane yer seçiminde AHP yöntemiyle alternatif bölgeleri karşılaştırarak en uygun lokasyonu belirlemişlerdir. Savunma sanayinde Ersöz ve Kabak (2010), çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerini teorik temelleri ve kullanım amaçları açısından sınıflandırmış ve Türk Savunma Sanayisindeki akademik çalışmalarda en sık kullanılan yöntemleri belirlemişlerdir. Sonuçlar, en yaygın kullanılan yöntemlerin Hedef Programlama ve AHP olduğunu, ancak AHP'nin yerini giderek daha fazla Analitik Şebeke Süreci (ANP) yöntemine bıraktığını ortaya koymaktadır. Ünlü ve Beğenirbaş (2024), AHP yöntemiyle savunma alanında tedarikçi seçimini ele almıştır. Arık (2014), termal kamera sistemlerinde kullanılacak optiklerin seçiminde AHP ve ANP yöntemlerini birlikte kullanarak karar sürecini desteklemişlerdir. Enerji sektöründe Arslan (2023), enerji nakil sektöründe en uygun kablo türünün belirlenmesinde SWARA ve AHP yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Fidan ve Atak (2020), Türkiye'nin 2020–2039 yılları arasındaki elektrik enerji ihtiyacını karşılayacak sistem portföyünün planlanmasında AHP'yi veri önişleme teknikleriyle birleştirerek kullanmışlardır. Eğitim alanında Bayrak vd. (2021), üniversite müfredatlarının çağın gerekliliklerine uygun olarak dinamik biçimde geliştirilmesinde AHP yönteminden yararlanmıştır. Mızrak ve Culduz (2023) ise liderlik teorilerini AHP yöntemiyle analiz ederek etkili okul yönetimine yönelik değerlendirmelerde bulunmuşlardır. İnşaat sektöründe Çetin vd. (2014), yatırım kararlarında belirsizliklerin yönetimi için bulanık AHP yöntemini uygulamışlardır. Aynı şekilde Çiftçioğlu (2013), AHP yöntemiyle konut projelerinde alt yüklenici seçiminde karar destek modeli geliştirmiştir. Özkan (2021) ise AHP-MAUT hibrit modelini kullanarak inşaat sektöründeki firmaların finansal performanslarını değerlendirmiştir.

Bu çalışmada, Gaziantep'teki beş farklı kreş ve gündüz bakım evinde görev yapan uzmanların görüşlerinden yola çıkılarak çocuklarda dijital bağımlılığı azaltmaya yönelik stratejiler belirlenmiş ve bu stratejiler AHP yöntemiyle değerlendirilmiştir. Böylece hem literatürdeki

önemli bir boşluk doldurulmakta hem de ailelerin çocuklarını dijital tehlikelerden koruma süreçlerine bilimsel katkı sunulmaktadır. Sonuç olarak, çocuklarda dijital bağımlılığın azaltılmasına yönelik bu çalışma hem bireysel hem de toplumsal düzeyde katkı sağlamayı amaçlamakta ve özellikle AHP yönteminin kullanımıyla bilimsel açıdan özgün bir yaklaşım sunmaktadır.

YÖNTEM

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), 1970'li yılların başlarında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen, karar verme problemlerini hiyerarşik bir yapıda ele alarak kriterlerin ağırlıklarını belirlemeye ve bu kriterler doğrultusunda alternatifleri karşılaştırarak sıralamaya olanak tanıyan bir yöntemdir (Keçek ve Yüksel, 2016). AHP yönteminde ilk olarak problem tanımlanmakta, ardından veriler toplanarak hiyerarşik yapı oluşturulmaktadır. Daha sonra ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmakta ve bu matris normalize edilerek ağırlık vektörleri hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı belirlenerek sonuçların güvenilirliği değerlendirilmekte ve son aşamada alternatifler analiz edilerek en uygun seçenek ortaya konulmaktadır. Bu sürecin adımları aşağıdaki Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Yöntemi

Problemin Tanımlanması

AHP yönteminin ilk adımı, karar verme probleminin açık ve net bir biçimde tanımlanmasıdır. Bu aşamada, öncelikle kararın temel amacı belirlenir; ardından bu amaca ulaşmak için dikkate alınacak kriterler ve değerlendirmeye alınacak alternatifler tanımlanır.

Verilerin Toplanması

Karar problemine ilişkin gerekli veriler toplanır. Kriterlerin ve alternatiflerin değerlendirilmesini sağlamak amacıyla, uzman görüşleri, anket çalışmaları veya literatür taraması gibi yöntemlerden yararlanılır. Ayrıca, ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulabilmesi için gerekli değerlendirme ölçekleri belirlenir.

Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Karar verme problemi, hiyerarşik bir yapı şeklinde düzenlenir. Bu yapının en üst seviyesinde kararın temel amacı yer alırken, orta seviyede bu amaca ulaşmada etkili olan kriterler bulunur. En alt seviyede ise değerlendirmeye alınacak alternatifler sıralanır. Bu hiyerarşik yapı, karar sürecinin daha sistematik, anlaşılır ve yönetilebilir olmasını sağlar (Doğan ve Akbal, 2019).

İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Kriterler ve alternatifler, ikili karşılaştırma (pairwise comparison) yöntemiyle değerlendirilir. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında, Saaty'nin (1980) önerdiği 1-9 ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek, karar vericilerin kriterler veya alternatifler arasındaki göreli önem derecelerini ifade etmelerine olanak tanır (Doğan ve Akbal, 2019).

Tablo 1'de, kriterler veya alternatifler arasındaki karşılaştırmalarda kullanılan 1-9 arasındaki tercih ölçeğini göstermektedir. Bu sayılar, bir seçeneğin diğerine göre ne kadar daha önemli olduğunu belirtir. Örneğin, iki kriter karşılaştırıldığında biri diğerine göre **"**Çok güçlü derecede önemli" ise 7 puan verilir. Eğer iki kriter "Eşit derecede önemli" ise 1 puan, biri "Orta derecede önemli**"** ise 3 puan verilir. Ara değerler (2, 4, 6, 8) ise bu seviyeler arasındaki daha hassas farkları göstermek için kullanılır.

Tablo 1 Puanlama Sistemi (Doğan ve Akbal, 2019)

Değer	Tercih Seviyesi
1	Eşit derecede önemli
3	Orta derecede önemli
5	Güçlü derecede önemli
7	Çok güçlü derecede önemli
9	Aşırı derecede önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

İkili Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmesi

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi, normalizasyon işlemi ile standart hâle getirilir. Bu işlem, matrisin her bir hücresindeki değerin, bulunduğu sütunun toplamına bölünmesiyle gerçekleştirilir. Böylece elde edilen normalleştirilmiş matris, kriterlerin veya alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırıldığında göreli ağırlıklarını daha objektif bir şekilde yansıtır.

Ağırlık Vektörlerinin Hesaplanması

Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisinden, her bir kriterin önem ağırlıkları hesaplanmaktadır. Bu hesaplama çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilse de, en yaygın ve Analitik Hiyerarşi Süreci'nin (AHP) kurucusu Thomas Saaty tarafından önerilen temel yaklaşım özvektör yöntemidir. Bu yöntemde, ikili karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektör elde edilmekte ve bu özvektör normalize edilerek kriterlere ait ağırlık vektörü oluşturulmaktadır (Saaty, 1980).

Tutarlılık Oranının (CR) Hesaplanması

Bu aşamada, ikili karşılaştırmaların tutarlılığı kontrol edilerek karar sürecinin güvenilirliği değerlendirilir. Tutarlılık analizinin amacı, karar vericinin tercihleri arasında ne derece tutarlı olduğunu ölçmek ve elde edilen ağırlıkların geçerliliğini sağlamaktır (Keçek ve Yüksel, 2016).

İlk olarak, Tutarlılık İndeksi (CI) hesaplanır. Bu indeks, karşılaştırmaların ne ölçüde tutarlı olduğunu göstermek amacıyla **(1)** numaralı denklemde verilen formülle elde edilir.

$$CI=\lambda max-n/n-1 \quad (1)$$

Burada λmax, ikili karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğerini; n ise kriter sayısını ifade eder. Ardından, karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarlılık derecesini değerlendirmek amacıyla Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanır. CR değeri, (2) numaralı denklemde gösterildiği gibi CI değerinin rastgele indeks (RI) değerine oranlanmasıyla bulunur.

$$CR=CI/RI \quad (2)$$

Elde edilen CR (Tutarlılık Oranı) değeri, karar vericinin yaptığı ikili karşılaştırmalardaki tutarlılık seviyesini yansıtmaktadır. CR değerinin 0,10'dan küçük olması, karşılaştırmaların kabul edilebilir düzeyde tutarlı olduğunu göstermektedir. Buna karşın, CR değerinin 0.10'dan büyük olması durumunda, yapılan karşılaştırmaların yeniden gözden geçirilmesi önerilmektedir (Keçek ve Yüksel, 2016). Bu hesaplama, AHP'nin geçerliliği açısından son derece kritik bir adım olup, karar verme sürecinin hem güvenilirliğini hem de doğruluğunu artırmayı hedeflemektedir.

Alternatiflerin Değerlendirilmesi ve Sonuçların Belirlenmesi

Kriterlerin ağırlıkları ile alternatiflerin her bir kritere göre sahip olduğu ağırlıklar birleştirilerek, alternatifler için nihai skorlar hesaplanır. Bu skorlar doğrultusunda, en yüksek değeri alan alternatif en uygun seçenek olarak belirlenir.

YÖNTEMİN UYGULANMASI VE BULGULAR

Problemin Tanımlanması

Dijital teknolojilerin hızlı gelişimi ve yaygınlaşması, özellikle çocuklar üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. 0–12 yaş arası çocuklar, bilişsel ve sosyal gelişimlerinin en kritik evrelerini yaşarken dijital cihazlarla yoğun etkileşim içinde olmaları, dijital bağımlılık riskini artırmaktadır. Dijital bağımlılık, çocukların yalnızca fiziksel ve psikolojik sağlığını değil, aynı zamanda akademik başarılarını ve sosyal ilişkilerini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Bu çalışma, söz konusu yaş grubunda dijital bağımlılığı azaltmaya yönelik etkili stratejilerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, karar verme sürecinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP tercih edilmiştir. AHP, farklı stratejilerin çok boyutlu değerlendirilmesine olanak tanıyan sistematik bir yöntem sunmaktadır.

Verilerin Toplanması

Strateji ve değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde hem nitel hem de nicel verilerden faydalanılmıştır. Bu doğrultuda, farklı gündüz bakım evleri ve kreşlerde görev yapan beş çocuk gelişimi uzmanıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Uzmanların, çocukların dijital cihazlarla olan etkileşimlerine dair gözlemleri ve önerileri içerik analizi yöntemiyle sistematik şekilde değerlendirilmiştir. Elde edilen nitel verilerden yola çıkılarak aşağıdaki gibi beş temel değerlendirme kriteri belirlenmiştir:

- **Fiyat**, stratejinin uygulanabilirliği açısından maliyet uygunluğunu,
- **Ulaşılabilirlik**, hedef kitle tarafından kolay erişilebilir olmayı,
- **Güvenilirlik**, çocuklar açısından güvenlik düzeyini,
- **Konfor**, kullanıcı dostu ve pratik kullanım imkanını,

- **Referans** ise daha önceki başarılı uygulamalar ve uzman/ebeveyn önerilerini ifade etmektedir.

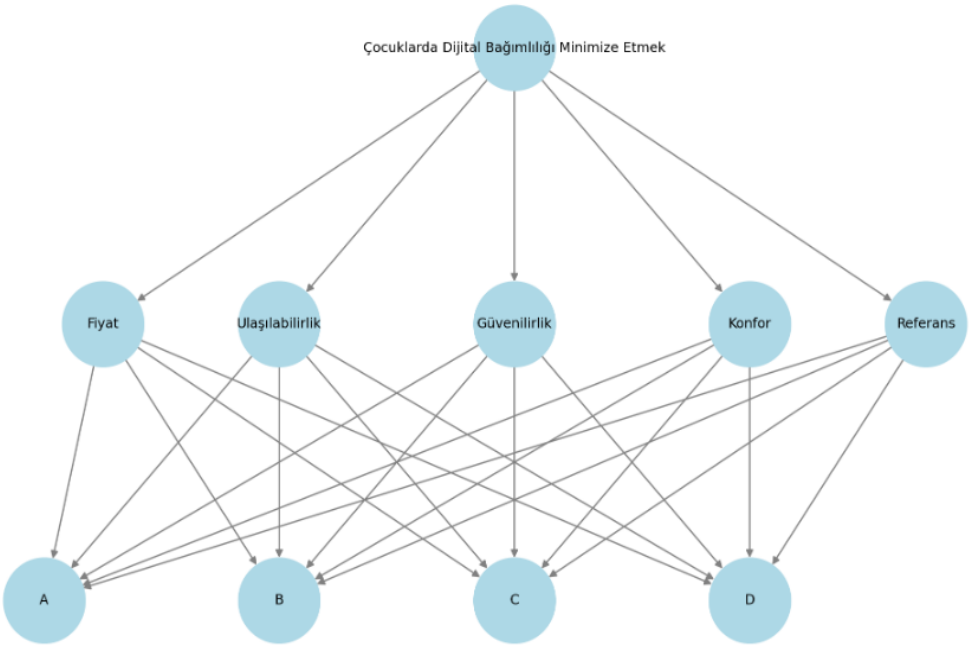
Uzman görüşlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda, çocuklarda dijital bağımlılığı azaltmaya yönelik dört temel alternatif geliştirilmiştir:

- **Çocuğun kreşe gönderilmesi**, dijital cihazlardan uzak disiplinli ve sosyalleşmeye dayalı bir ortam sunmayı amaçlamaktadır.
- **Sportif faaliyetlere yönlendirme**, fiziksel aktiviteler yoluyla ekran süresini azaltmayı hedeflemektedir.
- **Ebeveynle birlikte oyun alanlarına gitme**, ebeveyn-çocuk etkileşimini artırarak sağlıklı alışkanlıklar kazandırmayı amaçlamaktadır.
- **Okul sonrası okul–ebeveyn iş birliğinin artırılması**, dijital bağımlılıkla mücadelede bütüncül bir yaklaşımı desteklemektedir.

Bu stratejiler, uzmanların ikili karşılaştırmalarla yaptığı değerlendirmelere dayalı olarak oluşturulan AHP matrisi ile analiz edilmiştir. Uzman görüşlerinin geometrik ortalaması alınarak yapılan analizler, karar verme sürecinde nesnel ve dengeli bir yapı oluşturmuştur.

Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Bu çalışmada, AHP yöntemi kullanılarak çocuklarda dijital bağımlılığı azaltmaya yönelik bir karar modeli geliştirilmiştir. Model üç seviyeden oluşan bir hiyerarşik yapıya sahiptir. İlk seviyede, karar verme sürecinde ulaşılmak istenen temel amaç yer almakta olup, bu çalışmada amaç çocuklarda dijital bağımlılığın azaltılmasıdır. İkinci seviyede ise kararın değerlendirilmesinde etkili olan kriterler bulunmaktadır. Bu kriterler, fiyat, ulaşılabilirlik, güvenilirlik, konfor ve referans olup, her biri amaca ulaşmada farklı ağırlıklara sahiptir. Üçüncü ve son seviyede ise kriterlere göre değerlendirilen dört farklı alternatif, çocuğun kreşe gönderilmesi (A), sportif faaliyetlere yönlendirme (B), ebeveynle birlikte oyun alanlarına gitme (C), okul sonrası okul–ebeveyn iş birliğinin artırılması (D), bulunmaktadır. Söz konusu yapının görsel temsili Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 AHP Şeması

İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Uzmanlardan elde edilen ikili karşılaştırma değerleri, her karşılaştırma için ayrı ayrı çarpılmış ve uzman sayısının ters kuvveti (1/n) alınarak Denklem (3)'deki gibi geometrik ortalama ile hesaplanmıştır. Matematiksel olarak, geometrik ortalama G, uzmanlardan elde edilen karşılaştırma değerlerinin çarpımının, uzman sayısının ters kuvvetine yükseltilmesiyle elde edilir.

$$G = (x1 \times x2 \times \cdots \times xn)^{1/n} \quad (3)$$

Burada x_1,x_2,..., x_n uzmanlardan alınan karşılaştırma değerlerini, n ise toplam uzman sayısını ifade etmektedir. Bu yöntem, farklı uzman görüşlerinin orantısal etkisini daha doğru yansıtmak amacıyla tercih edilmiştir. İkili karşılaştırma matrisi, beş farklı uzmandan elde edilen verilerin geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuştur. Örneğin Tablo 2'deki matrisin x_{21} elemanı için uzmanların verdikleri değerler sırasıyla 0,333; 3; 2; 0,5 ve 0,2 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin geometrik ortalaması hesaplandığında, x_{21} değeri yaklaşık olarak 0,725 olarak bulunmuştur.

Tablo 2 Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	Fiyat	Ulaşılabilirlik	Güvenilirlik	Konfor	Referans
Fiyat	1,000	0,725	0,193	0,392	0,275
Ulaşılabilirlik	1,380	1,000	0,259	0,608	0,392
Güvenilirlik	5,194	3,866	1,000	3,366	2,702
Konfor	2,551	1,644	0,297	1,000	0,803
Referans	3,641	2,551	0,370	1,246	1,000
Toplam	13,766	9,786	2,118	6,612	5,171

İkili Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmesi

Bu aşamada, ikili karşılaştırma matrisi standartlaştırılmıştır. Tablo 2'de görüldüğü gibi ilk olarak, her kriter sütununun toplamı hesaplanmıştır. Ardından, matrisin her bir hücresindeki değer ilgili sütun toplamına bölünerek normalize edilmiştir. Bu işlem sonucunda, tüm kriterlerin toplamı bir olacak şekilde Tablo 3'deki gibi ölçeklendirilmiş matris elde edilmiştir.

Tablo 3 Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Kriterler	Fiyat	Ulaşılabilirlik	Güvenilirlik	Konfor	Referans
Fiyat	0,073	0,074	0,091	0,059	0,053
Ulaşılabilirlik	0,100	0,102	0,122	0,092	0,076
Güvenilirlik	0,377	0,395	0,472	0,509	0,522
Konfor	0,185	0,168	0,140	0,151	0,155
Referans	0,265	0,261	0,175	0,188	0,193

Ağırlık Vektörlerinin Hesaplanması

Bu aşamada, normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisinden kriterlerin ve alternatiflerin öncelik ağırlıkları (w_i) Tablo 4'deki gibi hesaplanmıştır. Her bir kriterin ağırlığı, normalleştirilmiş matrisin satır ortalamaları dikkate alınarak belirlenmiş ve bu ağırlıklar, karar

verme sürecinde kriterlerin önem derecelerini yansıtmaktadır. Yapılan bu hesaplama, karar sürecinin daha sistematik, tutarlı ve objektif bir şekilde ilerlemesini sağlamaktadır.

Tablo 4 Ağırlık Vektörü

Kriterler	Fiyat	Ulaşılabilirlik	Güvenilirlik	Konfor	Referans	wi
Fiyat	0,073	0,074	0,091	0,059	0,053	0,070
Ulaşılabilirlik	0,100	0,102	0,122	0,092	0,076	0,098
Güvenilirlik	0,377	0,395	0,472	0,509	0,522	0,455
Konfor	0,185	0,168	0,140	0,151	0,155	0,160
Referans	0,265	0,261	0,175	0,188	0,193	0,216

Tutarlılık Oranının (CR) Hesaplanması

Bu adımda, ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılığını değerlendirebilmek amacıyla Tutarlılık İndeksi (CI) ve Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanmıştır. CI, karar matrisinin ne derece tutarlı olduğunu nicel olarak değerlendirmek için kullanılan bir ölçüttür ve denklem (1) ile hesaplanır. Bu formülde λ_{max} , daha önce hesaplanan ortalama maksimum özdeğeri; n ise kriter sayısını ifade etmektedir. CI değeri, ikili karşılaştırma matrisindeki tutarsızlık düzeyini gösterir ve bu değerin sıfıra ne kadar yakın olduğu, karar sürecinin o denli tutarlı olduğunu gösterir. CR, elde edilen CI'nın aynı boyuttaki rastgele oluşturulmuş bir matrisin tutarsızlık değeri olan rastgele indeks (RI) ile karşılaştırılması sonucu elde edilir ve denklem (2) ile hesaplanır. CR değeri 0,10'un altında olduğunda karşılaştırmaların tutarlı olduğu kabul edilirken, bu değerin aşılması durumunda ikili karşılaştırma matrisinin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bu hesaplama, karar sürecinin güvenilirliğini ve sağlamlığını değerlendirmek açısından kritik bir aşamadır. Tablo 5' de görüldüğü gibi CR=0,011 olarak bulunmuş ve bu değer 0,10 eşik değerinin altında kaldığı için matrisin tutarlı olduğu kabul edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda elde edilen kriter ağırlıkları güvenilir olup, karar verme sürecinin rasyonel, sistematik ve sağlam temellere dayandırıldığı söylenebilir.

Tablo 5 Tutarlılık Oranı ve Diğer Parametre Değerleri

n	**λmax**	**CI**	**RI**	**CR**
5	5,048	0,012	1,120	0,011

Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

AHP yöntemi çerçevesinde, söz konusu alternatifler uzmanlar tarafından belirlenen kriterlere göre karşılaştırılmış ve her biri 1 ile 10 arasında bir ölçek kullanılarak değerlendirilmiştir. Alternatiflerin değerlendirilmesinde, kriterlerin karşılaştırılmasına benzer şekilde, uzmanların her kriter için yaptığı ikili karşılaştırmalar geometrik ortalama yöntemi ile birleştirilmiş ve analiz sürecine nesnel bir temel sağlanmıştır.

Alternatiflerin fiyat kriterine göre ikili karşılaştırmaları yapılmış ve sonuçlar Tablo 6'de gösterildiği gibi elde edilmiştir. Tablo 6, her alternatifin diğerlerine göre fiyat açısından göreli önemini ve sütun toplamlarını içermektedir.

Tablo 6 Fiyat Kriteri İçin Alternatiflerin Karşılaştırma Matrisi

Fiyat	A	B	C	D
A	1,000	3,366	6,320	5,650
B	0,297	1,000	3,959	3,170
C	0,158	0,253	1,000	1,000
D	0,177	0,315	1,000	1,000
Sayıların Toplamı	1,632	4,934	12,278	10,820

Alternatiflerin ulaşılabilirlik kriterine göre ikili karşılaştırmaları Tablo 7'de gösterildiği gibidir. Tablo 7, her alternatifin diğerlerine göre ulaşılabilirlik açısından göreli önemini ve sütun toplamlarını içermektedir.

Tablo 7 Ulaşılabilirlik Kriteri İçin Alternatiflerin Karşılaştırma Matrisi

Ulaşılabilirlik	A	B	C	D
A	1,000	0,608	0,359	0,500
B	1,644	1,000	0,441	0,699
C	2,787	2,268	1,000	1,741
D	2,000	1,431	0,574	1,000
Sayıların Toplamı	7,430	5,307	2,374	3,940

Alternatiflerin güvenilirlik kriterine göre ikili karşılaştırmaları yapılmış ve sonuçlar Tablo 8'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Tablo 8, her alternatifin diğerlerine göre güvenilirlik açısından göreli önemini ve sütun toplamlarını içermektedir.

Tablo 8 Güvenilirlik Kriteri İçin Alternatiflerin Karşılaştırma Matrisi

Güvenilirlik	A	B	C	D
A	1,000	1,974	1,423	2,491
B	0,506	1,000	1,974	0,590
C	0,703	0,506	1,000	0,747
D	0,401	1,695	1,338	1,000
Sayıların Toplamı	2,611	5,176	5,735	4,829

Alternatiflerin referans kriterine göre ikili karşılaştırmaları yapılmış ve sonuçlar Tablo 9'da gösterilmiştir. Tablo 9, her alternatifin diğerlerine göre referans açısından göreli önemini ve sütun toplamlarını içermektedir.

Tablo 9 Referans Kriteri İçin Alternatiflerin Karşılaştırma Matrisi

Referans	A	B	C	D
A	1,000	2,862	4,852	3,728
B	0,349	1,000	3,245	2,352
C	0,206	0,308	1,000	0,822
D	0,268	0,297	1,217	1,000
Sayıların Toplamı	1,824	4,467	10,314	7,902

Alternatiflerin konfor kriterine göre ikili karşılaştırmaları yapılmış ve sonuçlar Tablo 10'da gösterildiği gibi elde edilmiştir. Tablo 10, her alternatifin diğerlerine göre konfor açısından göreli önemini ve sütun toplamlarını içermektedir.

Tablo 10 Konfor Kriteri İçin Alternatiflerin Karşılaştırma Matrisi

Konfor	A	B	C	D
A	1,000	2,993	3,866	1,888
B	0,334	1,000	1,741	1,351
C	0,259	0,574	1,000	0,668
D	0,530	0,740	1,496	1,000
Sayıların Toplamı	2,122	5,307	8,104	4,907

Her bir kriter için yapılan iki karşılaştırmaların ardından, ilgili yöntem doğrultusunda karşılaştırma değerleri normalize edilmektedir. Kriterlerin karşılaştırılması sürecine benzer şekilde, her bir kriter için yapılan karşılaştırmalar sonucu elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 11'deki gibi normalize edilmiş ve her bir alternatifin ilgili kritere göre önem ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 11 Fiyat Kriteri İçin Alternatiflerin Karşılaştırma Matrisinin Normalizasyonu ve Önem Ağırlıkları

Fiyat	A	B	C	D	wi
A	0,613	0,682	0,515	0,522	0,583
B	0,182	0,203	0,322	0,293	0,250
C	0,097	0,051	0,081	0,092	0,081
D	0,108	0,064	0,081	0,092	0,087

Yukarıdaki işlemler her kriter için yapılarak, alternatiflerin kriterlere göre önem düzeyleri Tablo 12'deki gibi elde edilmiştir.

Tablo 12 Alternatiflerin Kriterlere Göre Ağırlıkları

	W_{fiyat}	$W_{ulaşılabilirlik}$	$W_{güvenilirlik}$	$W_{referans}$	W_{konfor}
A	0,583	0,132	0,382	0,533	0,474
B	0,250	0,193	0,213	0,257	0,209
C	0,081	0,416	0,174	0,096	0,122
D	0,087	0,259	0,230	0,115	0,194

Son aşamada, her kriter için belirlenen ağırlıklarla alternatiflerin ilgili kriterdeki ağırlıkları çarpılıp toplanarak alternatiflerin nihai ağırlıkları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$W_{Tüm} = \begin{bmatrix} 0{,}583 & 0{,}132 & 0{,}382 & 0{,}533 & 0{,}474 \\ 0{,}250 & 0{,}193 & 0{,}213 & 0{,}257 & 0{,}209 \\ 0{,}081 & 0{,}416 & 0{,}174 & 0{,}096 & 0{,}122 \\ 0{,}087 & 0{,}259 & 0{,}230 & 0{,}115 & 0{,}194 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0{,}070 \\ 0{,}098 \\ 0{,}455 \\ 0{,}160 \\ 0{,}216 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}41557 \\ 0{,}21999 \\ 0{,}16766 \\ 0{,}19678 \end{bmatrix}$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kapsamında yapılan değerlendirme sonucunda beş kriterin ağırlıkları sırasıyla şu şekilde belirlenmiştir: fiyat (0,070), ulaşılabilirlik (0,098), güvenilirlik (0,455), konfor (0,160) ve referans (0,216). Bu sonuçlar, uzman görüşlerine dayalı olarak çocuklarda dijital bağımlılığı azaltmaya yönelik stratejilerin değerlendirilmesinde güvenilirlik kriterinin açık ara en önemli unsur olarak öne çıktığını göstermektedir. Güvenilirlik, hem

çocukların fiziksel ve psikolojik güvenliği açısından hem de stratejilerin sürdürülebilirliği bakımından belirleyici bir rol oynamaktadır. Onu izleyen referans ve konfor kriterleri ise, stratejilerin daha önceki başarılı uygulamalara dayanması ve kullanıcı dostu özellikler taşımasının karar vericiler açısından dikkate değer olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın, fiyat ve ulaşılabilirlik kriterleri görece daha düşük ağırlıklara sahip olup, uzmanların stratejilerin maliyetinden ziyade içeriksel niteliğine öncelik verdiğini göstermektedir.

Alternatif stratejilerin nihai ağırlıkları, kriterlere göre yapılan göreli önem değerlendirmeleriyle birlikte değerlendirildiğinde şu şekilde sıralanmıştır: A (Çocuğun kreşe gönderilmesi) = 0,41557, B (Sportif faaliyetlere yönlendirme) = 0,21999, C (Ebeveynin çocuklarıyla oyun alanında vakit geçirmesi) = 0,16766, ve D (Okul sonrası okul–ebeveyn ilişkilerinin güçlendirilmesi) = 0,19678. Bu bulgulara göre, dijital bağımlılığın azaltılmasına yönelik en etkili stratejinin "çocuğun kreşe gönderilmesi" olduğu anlaşılmaktadır. Bu alternatif, çocukların dijital cihazlardan uzak, yapılandırılmış ve sosyalleşmeye dayalı bir ortamda vakit geçirmesini sağlayarak dijital bağımlılığı önlemede en güçlü yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. İkinci sırada gelen "sportif faaliyetlere yönlendirme" stratejisi ise fiziksel aktiviteler aracılığıyla çocukların dikkatini dijital cihazlardan uzaklaştırmayı hedeflemekte ve uzmanlar tarafından etkili bir çözüm olarak görülmektedir. Diğer iki strateji olan "ebeveynle oyun alanında vakit geçirme" ve "okul–ebeveyn iş birliğinin güçlendirilmesi" nispeten daha düşük ağırlıklara sahip olmakla birlikte, yine de dijital bağımlılıkla mücadelede destekleyici yaklaşımlar olarak önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Cheng, C., & Li, A. Y. L. (2014). Internet addiction prevalence and quality of (real) life: A meta-analysis of 31 nations across seven world regions. *Cyberpsychology, behavior, and social networking*, *17*(12), 755-760.

Ding, K., & Li, H. (2023). Digital addiction intervention for children and adolescents: a scoping review. International journal of environmental research and public health, 20(6), 4777.

Hawi, N. S., Samaha, M., & Griffiths, M. D. (2019). The digital addiction scale for children: Development and validation. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *22*(12), 771-778.

Bal, F., & Okkay, İ. (2021). Dijital Oyunların Çocuklarda Uyku Bozuklukları İle İlişkisinin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 132-153.

Byun, S., Ruffini, C., Mills, J. E., Douglas, A. C., Niang, M., Stepchenkova, S., ... & Blanton, M. (2009). Internet addiction: Metasynthesis of 1996–2006 quantitative research. Cyberpsychology & behavior, 12(2), 203-207.

Oktay, D., & Ozturk, C. (2024). Digital addiction in children and affecting factors. *Children*, *11*(4), 417.

Yiğit, E., & Günüç, S. (2020). Çocukların dijital oyun bağımlılığına göre aile profillerinin belirlenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *17*(1), 144-174.

Gül, I., & Özgür, H. (2023). Ortaokul Öğrencilerinin Dijital Oyun Bağımlılıkları İle Ailelerin Dijital Ebeveynlik Farkındalıkları Arasındaki İlişkinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, *13*(3), 2032-2071.

Kırlıoğlu, M., Kayaalp, A., & Arslan, S. (2023). Güncel bir sorun olarak çocuklarda ekran bağımlılığı ve ebeveyn tutumları. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, *7*(2), 118-131.

Erdoğan, A. (2024). Analitik Hiyerarşi Sürecinin (AHP) Matematiksel Yapısı. *The Journal of Academic Social Science*, (104), 18-26.

Doğan, N. Ö., & Akbal, H. (2019). Sağlık sektöründe tedarikçi seçim kararının ahp yöntemi ile incelenmesi: bir üniversite hastanesi örneği. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *17*(4), 440-456.

Sütçü, M. (2022). Analitik Hiyerarşi Karar Verme Süreci ile Hastane Yeri Seçimi Problemi: Türkiye'de Bir Uygulama. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 144-150.

Ersöz, F., & Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. Savunma Bilimleri Dergisi, 9(1), 97-125.

Ünlü, O., & Begenirbaş, M. (2024). Tedarikçi Seçiminin Savunma Alanı Özelinde İncelenmesi: Analitik Hiyerarşi Süreci ile Seçim Süreci. *Savunma Bilimleri Dergisi*, *20*(1), 79-104.

Arik, M. M. (2014). Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci metotları kullanılarak bir termal kamerada optik seçimi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Arslan, H. M. (2023). Enerji Nakil Sektöründe Swara-Ahp Hibrit Yaklaşımı İle En Uygun Kablo Türünün Belirlenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *8*(2), 310-321.

Fidan, Ü., & Atak, M. (2020). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Veri Önişleme Yoluyla Türkiye'nin Güç Sistemi Portföyünün Planlanması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *35*(4), 1031-1046.

Karaaslan, A., & Aydın, S. (2020). Yenilenebilir enerji kaynaklarının çok kriterli karar verme teknikleri ile değerlendirilmesi: Türkiye örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *34*(4), 1351-1375.

Bayrak, R., Fidanboy, C. Ö., Gülhan, O., & Uçucu, A. (2021). AHP Yöntemi ile Dinamik Müfredat Geliştirme: OSTİM Teknik Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümünde Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, *5*(2), 104-121.

Mızrak, F., & Culduz, M. (2023). Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in Evaluating Educational Leadership Theories for Effective School Management. Avrasya Sosyal Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 10(4), 137-164.

Çetin, E. İ., Akil, Y., & Güler, A. I. (2014). İnşaat Projelerinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci İle Karar Verme. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, *10*(23), 173-190.

Çiftçioğlu, B. (2013). İnşaat sektöründe AHP yöntemi ile alt yüklenici seçimi: Bir konut projesinde uygulama.

Özkan, T. (2021). AHP-MAUT Hibrit Modeli İle Finansal Performans Değerlendirmesi: Bıst İnşaat Ve Bayındırlık Sektöründe Bir Uygulama. *ETÜ Sentez İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, (4), 27-44.

Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, and Resource Allocation, McGraw-Hill:NewYork, USA, ISBN:0070543712, 9780070543713.

Kecek, G., & Yüksel, R. (2016). Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahp) Ve Promethee Teknikleriyle Akilli Telefon Seçimi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (49), 46-62.

DNA HASAR ANALİZİNDE KULLANILAN YAYGIN ANALİZ YÖNTEMLERİ

COMMON ANALYSIS METHODS USED IN DNA DAMAGE ANALYSIS

Şeyma KÖKKAYA
Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veterinerlik Genetik ve Biyoteknoloji
Kayseri, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9967-662X

Dr. Öğr. Üyesi Fadime DALDABAN
Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5795-8859

Prof. Dr. Bilal AKYÜZ
Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7548-9830

Prof. Dr. Korhan ARSLAN
Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2440-884X

Özet

Deoksiribonükleik asit (DNA), canlıların genetik bilgisini taşıyan temel moleküldür ve yapısının korunması, genetik bütünlüğün sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Ancak hücreler, yaşamları boyunca endojen (mutasyonlar, oksidatif stres, replikasyon hataları) ve eksojen (radyasyon, kimyasal ajanlar, enfeksiyöz etkenler) birçok zararlı faktöre maruz kalarak DNA hasarına uğrayabilir. DNA hasarı, genetik instabiliteye ve mutasyonlara yol açarak hücresel fonksiyonların bozulmasına neden olur; onarılamayan hasarlar programlanmış hücre ölümü (apoptoz) ile sonuçlanabilirken, onarım mekanizmalarının yetersizliği kontrolsüz hücre çoğalmasına ve kanser gelişimine zemin hazırlayabilir.

DNA hasarının tespiti ve değerlendirilmesi amacıyla; Kuyruklu Yıldız Testi (Comet Assay), Mikronükleus Testi (MN), Kardeş Kromatid Değişimi (Sister Chromatid Exchange – SCE), dUTP Uç Etiketleme Yöntemi (Terminal deoxynucleotidyl transferase dUTP Nick End Labeling – TUNEL), İmmünohistokimya (Immunohistochemistry – IHC), Floresanla Yerinde Hibridizasyon (Fluorescence In Situ Hybridization – FISH) ve Enzim Bağlantılı İmmünosorbent Testi (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay – ELISA) gibi çeşitli moleküler ve hücresel analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bu analiz yöntemleri; genotoksik ajanların tespiti, DNA hasarı ve onarım süreçlerinin değerlendirilmesi, apoptotik mekanizmaların analizi ile ilaçlar, toksik maddeler ve çevresel etkenlerin biyolojik etkilerinin incelenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda, ilaçların, yem katkı maddelerinin, çevresel kirleticilerin

ve enfeksiyöz ajanların DNA üzerindeki genotoksik etkilerini değerlendirmek amacıyla hayvan çalışmalarında da etkin şekilde kullanılmaktadır. Hayvanlarda DNA hasarının belirlenmesi, üreme, bağışıklık ve organ fonksiyonları üzerindeki olası risklerin saptanmasına, hastalık mekanizmalarının anlaşılmasına ve hayvan sağlığının korunmasına katkı sağlar. Ayrıca hayvanlar, insanları etkileyebilecek genotoksik risklerin araştırılmasında önemli model organizmalardır.

Anahtar Kelimeler: DNA hasarı, genotoksisite, hayvan genetiği, kuyruklu yıldız testi, mikronükleus testi, TUNEL yöntemi, FISH tekniği

Abstract

Deoxyribonucleic acid (DNA) is the fundamental molecule carrying the genetic information of living organisms, and the preservation of its structure is critically important for maintaining genetic integrity. However, cells are exposed to various harmful factors throughout their lifespan, including endogenous sources (such as mutations, oxidative stress, and replication errors) and exogenous sources (such as radiation, chemical agents, and infectious agents), which can lead to DNA damage. DNA damage can cause genetic instability and mutations, resulting in the disruption of cellular functions; irreparable damage can lead to programmed cell death (apoptosis), while insufficient repair mechanisms can allow uncontrolled cell proliferation and contribute to cancer development.

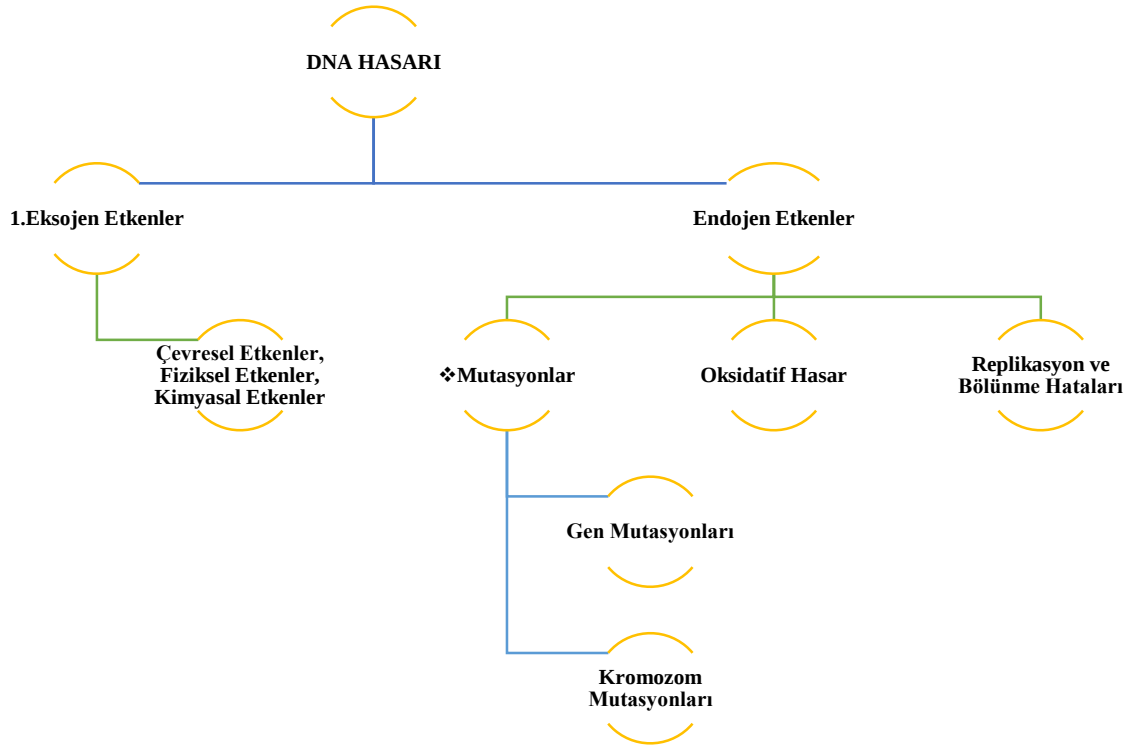
To detect and evaluate DNA damage, a variety of molecular and cellular analysis methods have been developed, including the Comet Assay, Micronucleus Test (MN), Sister Chromatid Exchange (SCE), Terminal deoxynucleotidyl transferase dUTP Nick End Labeling (TUNEL), Immunohistochemistry (IHC), Fluorescence In Situ Hybridization (FISH), and Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). These analysis methods are widely used to detect genotoxic agents, assess DNA damage and repair mechanisms, analyze apoptotic processes, and evaluate the biological effects of drugs, toxic substances, and environmental factors. They are also effectively used in animal studies to investigate the genotoxic effects of drugs, feed additives, environmental pollutants, and infectious agents on DNA. Identifying DNA damage in animals contributes to understanding potential risks to reproduction, immunity, and organ functions, aids in clarifying disease mechanisms, and supports the protection of animal health. Additionally, animals serve as important model organisms in the investigation of genotoxic risks that can also affect humans.

Keywords: DNA damage, genotoxicity, animal genetics, comet assay, micronucleus test, TUNEL assay, FISH technique

DNA HASARI

1869 yılında, Johann Friedrich Miescher tarafından lökositlerin çekirdeğinde bulunan ve ‘nüklein’ olarak adlandırılan deoksiribonükleik asit (DNA) keşfedilmiştir (Şahiner ve ark., 2020). DNA, dört tip deoksiribonükleotid (azotlu baz) ve bir şeker-fosfat omurgasından oluşan iki polinükleotid molekülünün antiparalel olarak bulunduğu ve genetik bilginin taşındığı moleküldür. (Modern Biyoteknoloji ve Uygulamaları, 2010). Adenin (A), timin (T), guanin (G) ve sitozin (C) DNA'nın yapısında bulunan azotlu bazlardır (Crick ve ark., 1979). Adenin, timin ile guanin, sitozin ile eşleşip, zayıf hidrojen bağlarıyla bağlanarak DNA'nın çift sarmallı yapısını oluşturur (Kızmaz ve ark., 2017). Canlılar, yaşamları süresince farklı birçok zararlı etkene/etkiye maruz kalmaktadır (Chatterjee ve Walker, 2017). Genetik materyalin endojen ya

da eksojen etkenlere/etkilere maruz kalması DNA da hasar oluşumuna neden olabilmektedir (Şekil 1) (Chatterjee ve Walker, 2017; Kurtoğlu ve Tekedereli, 2015; Onur ve ark., 2009).



Şekil 1. DNA hasarına neden olan etkenlerin sınıflandırılması

Eksojen etkenler

Canlıların yaşadıkları çevrede maruz kaldıkları çeşitli fiziksel ve kimyasal etkenlerin DNA hasarına neden olduğu bilinmektedir (Bilge ve Kantarcı, 2006; Marnett, 2000; Onur ve ark., 2009).

DNA hasarına yol açan çevresel faktörler arasında ultraviyole (UV) ışınları ve iyonlaştırıcı radyasyon gibi fiziksel etkenler ile kemoterapötik ajanlar, endüstriyel kimyasallar ve sigara dumanı gibi kimyasal etkenler yer almaktadır. Bu faktörler, eksojen genotoksik ajanlar olarak DNA bütünlüğünü bozarak mutasyonlara ve hücresel disfonksiyonlara neden olabilir (Torgovnick ve Schumacher, 2015). Ayrıca bazı virüsler de DNA hasarına yol açan eksojen etkenler arasında yer almaktadır (Hassan, 2010; Moody ve Laimins, 2010). Bunların en çarpıcı örneği DNA da hasar oluşumu ile kanserleşmeyi tetikleyen *Papilloma virusu'* dur (Moody ve Laimins, 2010)

Yüksek enerjili iyonize radyasyon, hücrelerde DNA çift sarmalında kırılmalara neden olarak ciddi genetik hasarlara yol açabilir (Manisaligil ve ark., 2018).

Bu tür radyasyonun başlıca kaynakları arasında güneş ışınımı, radyoaktif maddeler, tıbbi görüntüleme cihazları (örneğin, röntgen) ve nükleer santraller yer almaktadır (Jain, 2021; Sarıhan ve ark., 2022). Bunun yanı sıra, kimyasal ajanlar da DNA hasarına neden olabilen önemli etkenler arasındadır (Onur ve ark., 2009). Örneğin, pestisitler, tütün ürünleri ve endüstriyel kimyasallar DNA hasarına yol açabilen reaktif bileşenler içerebilir (Atmaca ve Aksoy, 2009). Beslenme şekli ve koşulları DNA hasarı ile ilişkili olabilmektedir. Antioksidanlar açısından zengin bir beslenmenin DNA hasarını azaltabildiği gibi (Valko ve ark., 2007), çevresel kirleticiler ile kontamine yiyeceklerin tüketiminin DNA hasarını artırabildiği bildirilmektedir (Novotna ve ark., 2007).

Endojen etkenler

Mutasyonlar

Hücrelerde bulunan onarım sistemleri, DNA'daki hasarı tespit eder ve onarır ancak DNA hasarının onarılamadığı durumlarda hücrelerin işlevleri bozularak mutasyonlara neden olabilir (Marnett ve ark., 2001; Bilge ve Kantarcı, 2006; Onur ve ark., 2009). Mutasyon, genetik materyal de meydana gelen değişiklikleri ifade eder. Mutasyonlar gen mutasyonları veya kromozom mutasyonları olarak iki şekilde sınıflandırılır (Arslan, 2021).

Gen mutasyonları

Nokta mutasyonları

Nükleotid dizisinde yer alan bir bazın farklı bir baz ile yer değiştirmesi, nokta mutasyonu olarak adlandırılmaktadır. Eğer bu baz değişimi, aynı sınıftan nükleobazlar arasında gerçekleşiyorsa (pürin yerine pürin veya pirimidin yerine pirimidin), bu durum transisyon mutasyonu olarak tanımlanır. Buna karşılık, eğer baz değişimi farklı sınıftan nükleobazlar arasında meydana geliyorsa (pürin yerine pirimidin veya pirimidin yerine pürin), transversiyon mutasyonu olarak adlandırılmaktadır (Freese, 1961).

Aminoasit düzeyindeki etkilerine göre mutasyonlar

Mutasyon sonucunda genin kodon yapısında meydana gelen değişikliğe rağmen kodladığı aminoasitte bir değişim olmaması sessiz (silent) mutasyon olarak tanımlanır (Salomons ve ark., 2007). Bir amino asidi kodlayan kodonun translasyon sırasında bir stop kodonuna dönüşmesi sonucu erken zincir sonlanmasına yol açarak proteinin fonksiyonunu kaybetmesine veya kısalmasına neden olan mutasyon, anlamsız (nonsense) mutasyon olarak tanımlanır (Berkowitz ve ark., 1968). Bunların dışında kodonu oluşturan üç bazdan en az birinin değişimi sonucu farklı bir aminoasitin sentezine yol açarsa bu durum yanlış anlamlı (missense) mutasyon olarak adlandırılmaktadır. (Zhang ve ark., 2012).

Kromozom mutasyonları

Sayısal kromozom mutasyonları

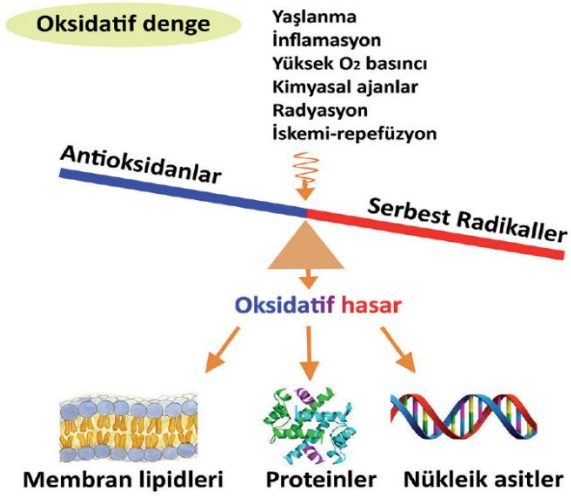
Sayısal kromozom mutasyonları, kromozomların sayısındaki anormal değişiklikler sonucu meydana gelen genetik bozukluklardır. Sayısal kromozom mutasyonları öploidi ve anöploidi olmak üzere iki ana türde incelenir. Öploidi, ökaryot hücrelerde karyotipte bulunan kromozom setlerinin normalde diploid (2n) olan yapıya kıyasla haploid (n) katı kadar artması veya eksilmesi durumudur (Büyükçoban, 2010). Anöploidi, canlının kromozom sayısının karyotipinde adet olarak artış veya azalışıdır (Compton, 2011).

Yapısal kromozom mutasyonları

Yapısal kromozom mutasyonları, kromozomların yapısında meydana gelen mutasyonlardır. Bu yapısal kromozom mutasyonları; translokasyon, delesyon, duplikasyon ve inversiyon olarak sınıflandırılmaktadır. Kromozomlarda kopan parçaların yer değiştirmesi translokasyon olarak adlandırılır (Lüleyap HÜ, 2008). DNA molekülünden bir veya daha fazla nükleotidin eksilmesi sonucunda baz dizisinin kısalmasına neden olan mutasyon çeşidi delesyon olarak tanımlanır (Osborne ve Mervis, 2021). Kromozom üzerinde bulunan bölgenin/bölgelerin birden fazla kopyasının bulunması duplikasyon olarak tanımlanır (Lüleyap HÜ, 2008). İnversiyon, kromozun üst ve alt bölgesinde meydana gelen kırılmaların 180 derece dönerek aynı kromozoma bağlaması sonucu oluşan bir mutasyon çeşididir (Arslan K, 2021).

Oksidatif hasar

Serbest oksijen radikallerinin (Reactive Oxygen Species, ROS) artışı, detoksifikasyonu sağlayan antioksidanların yetersiz kalması ve oksidatif dengenin bozulması sonucu oksidatif hasarın ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Aydemir ve Sarı, 2009; Özcan ve ark., 2015). Oksidatif hasar, serbest oksijen radikallerinin hücrelerin işlevlerini bozan etkisiyle ortaya çıkan bir durumdur (Özcan ve ark., 2015). ROS bir veya birden fazla eşleşmemiş elektron eksikliği nedeniyle yüksek reaktiviteye sahip olan moleküllerdir (Valko ve ark., 2006). Bu eksiklik, serbest radikallerin diğer moleküllerden elektron çekme eğilimi göstermelerine ve bu durum da DNA'da hasara yol açmasına neden olur (Cooke ve ark., 2003). Serbest oksijen radikalleri lipid, protein ve DNA gibi moleküllere etki ederek oksidatif hasara neden olur (Tabakoğlu ve ark., 2013)



Şekil 2. Oksidatif denge (Özcan ve ark., 2015)

ROS'u zararsız hale getiren mekanizmalar, antioksidan enzimler (örneğin; süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz) ve antioksidan moleküller (örneğin; C vitamini, E vitamini, glutation) olarak sınıflandırılır (Öğüt ve Atay, 2011). ROS'lar hücrenin DNA'sına zarar vererek hücre ölümüne neden olabilir. Oksidatif hasara bağlı oluşan DNA hasarı idrar, serum, beyin omurilik sıvısı gibi biyolojik sıvılardan 8-OHdG'e (8-hidroksi-2'-deoksiguanozin) bakılarak tespit edilebilir (Muniz ve ark., 2008).

Oksidanlar ile antioksidan sistem arasındaki mevcut dengenin korunması, hücre ve dokuların yapısal bütünlüğünün ve normal fonksiyonlarının korunması için önemlidir (Karabulut ve Gülay, 2016).

Replikasyon ve bölünme hataları

Replikasyon ve bölünme hataları, hücrelerin proliferasyonu ve DNA replikasyonu sırasında meydana gelen genetik hatalardır. Replikasyon hataları, DNA replikasyonu sırasında nükleotidlerin yanlış eşleşmesi, eklenmesi veya çıkarılması sonucu meydana gelir (Kunkel, 2004). Örneğin, DNA polimeraz enzimi, replikasyon sırasında yanlış baz eşleşmeleri yaparak replikasyon hatalarına yol açabilir (Kunkel ve ark., 2000). Bölünme hataları ise hücre bölünmesi sırasında kromozomların yanlış şekilde ayrılması veya eksik/fazla kromozomların oluşmasıyla ortaya çıkar (Gisselsson, 2003). Bu replikasyon hataları, mitoz veya mayoz bölünme sırasında meydana gelebilir ve anöploidi, delesyon veya duplikasyon gibi kromozomal bozukluklara neden olabilir (Hassold T, 2001).

DNA HASARINDA KULLANILAN ANALİZ YÖNTEMLERİ

DNA hasarının hücresel düzeyde incelenmesi, ilk kez 1978 yılında Rydberg ve Johanson tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma, DNA'ya yönelik çeşitli dış etkenlerin oluşturduğu hasar mekanizmalarını anlamaya yönelik önemli bir adım olmuştur (McKelvey-Martin ve ark., 1993). Günümüzde DNA hasarı gen düzeyinde, kromozom düzeyinde ve hücre düzeyinde incelenmektedir. Canlılarda meydana gelen DNA hasarı, organizmanın çevresel adaptasyonu ve ekosistemdeki kirlilik düzeyinin belirlenmesi açısından önemli bir biyomarker olarak değerlendirilebilir (Arslan ve ark., 2016; Güner ve Muranlı, 2013; Krupina ve ark., 2021). Bu tür DNA hasarlarının tespiti, çevresel faktörlerin genetik materyal üzerindeki etkilerinin anlaşılmasını sağlar. Günümüzde bu amaçla birçok in vitro ve in vivo genotoksisite testi kullanılmaktadır (Andem ve ark., 2013; Sommer ve ark., 2020).

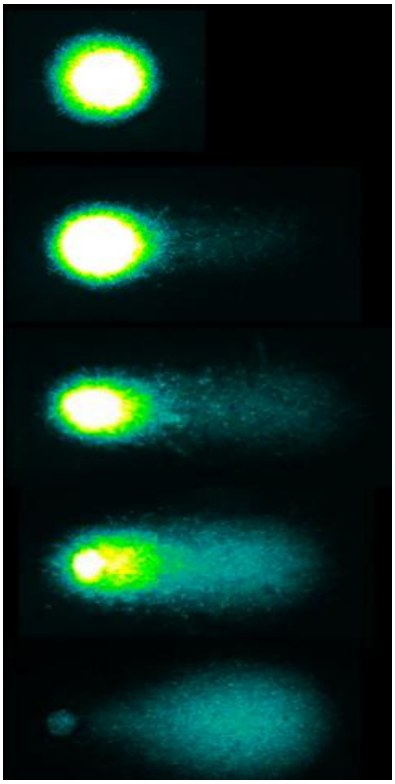
Comet yöntemi

1978 yılında Rydberg ve Johanson tarafından keşfedilen Comet Assay diğer adı ile Single Cell Gel Electrophoresis (Tek Hücreli Jel Elektroforezi, SCGE) DNA hasarını hücre düzeyinde tespit etmek ve değerlendirmek amacıyla kullanılan jel elektroforezi tabanlı bir yöntemdir (Arslan ve ark., 2016; Dinçer ve Kankaya, 2010; Utku ve Gökalp Muranlı, 2013). Comet testi, ökaryotik hücrelerin genomik DNA'sında meydana gelen hasarı hücre bazında ölçmek için kullanılan hassas ve kantitatif yöntem olarak kabul edilir(Martin, 2008). Kullanım kolaylığı ve güvenilir sonuç vermesi en yaygın DNA hasarı belirleme yöntemlerinden biri haline getirmektedir (Karbaschi ve ark., 2019).

Comet yöntemi, alkali comet assay ve nötral comet assay olmak üzere iki farklı protokol ile uygulanmaktadır (Klaude ve ark., 1996). İlk olarak Ostling ve Johanson (1984) tarafından geliştirildiği bilinen nötral comet assay (pH < 8,3), özellikle çift zincirli DNA kırıklarının tespitinde kullanılmaktadır. Günümüzde ise alkali comet assay daha yaygın tercih edilmekte olup, DNA hasarının daha kapsamlı değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Calini ve ark., 2002).

Singh ve ark. (1988) tarafından keşfedilen alkali comet assay, yüksek pH (>13) koşullarında DNA bazlarının denatürasyonunu ve hidrolizini sağlayarak tek zincirli DNA kırıklarının tespitine olanak tanır. Bu yöntemin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği açısından, hücrelerin doğru seçilmesi, uygun yoğunluğa ulaştırılması ve işlem sırasında yapısal bütünlüklerinin korunması kritik öneme sahiptir (Collins, 2004).

Comet Assay, DNA hasarının belirlenmesi amacıyla hücrelerin agaroz jel matrisi üzerine immobilize edilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu süreçte, hücreler uygun bir tampon çözeltisi kullanılarak agaroz jel yüzeyine eşit şekilde dağıtılır ve bu matriste tutulur (Singh ve ark., 1988). DNA'nın jel matrisi içinde hareket edebilmesini sağlamak için öncelikle hücre lizisi gerçekleştirilerek hücre membranları parçalanır ve DNA serbest hale getirilir. Bu işlem sonucunda DNA, jel matrisi içerisinde yayılım gösterebilir (Collins, 2004). Alkali koşullarda denatürasyon aşamasında, jel matrisi içindeki DNA alkali tamponlarla işleme tabi tutularak çözünür ve hasarlı DNA fragmanları açığa çıkarılır (Dinçer ve Kankaya, 2010). Hasarlı DNA fragmanları, elektrik alanı uygulanarak jel matrisi içinde hareket ettirilir ve bu süreç sonucunda DNA, Comet olarak adlandırılan, uzun kuyruklar şeklinde karakteristik bir yapı oluşturur (McKelvey-Martin ve ark., 1993). Comet Assay'de DNA fragmanları uygun boyalar ile işaretlenerek analiz edilir ve oluşan Comet yapılarının morfolojisi ve boyutu değerlendirilir. Bu analiz, DNA hasarının tespiti ve derecelendirilmesi için kullanılmaktadır (McKelvey-Martin ve ark., 1993; Collins, 2004). DNA hasar düzeyi, kuyruk uzunluğu ve kafa boyutu gibi kantitatif parametreler temelinde belirlenir (Singh ve ark., 1988).



Şekil 3. Comet yöntemi görüntüleme aşaması (Collins ve ark., 2022).

Comet yöntemi, DNA hasarının tespiti için toksikolojik incelemelerde (Burlinson ve ark., 2007), ilaç geliştirme çalışmalarında (Collins, 2004), kanser (Burlinson ve ark., 2007) ve çevre sağlığı (Singh ve ark., 1988) gibi birçok çeşitli araştırmalarda kullanılmaktadır.

Kardeş kromatit değişimi testi

Kardeş kromatitler, replikasyon sırasında oluşan ve aynı genetik bilgiyi içeren bir kromozomun iki kopyasından her biridir. DNA replikasyonu sırasında kardeş kromatitlerin homolog lokuslarında meydana gelen genetik materyal değişimi kardeş kromatit değişimi (Sister Chromatid Exchange, SCE), olarak tanımlanır(Şekeroğlu ve Şekeroğlu, 2011). Kardeş kromatit değişimleri, DNA moleküllerinin çeşitli nedenlerle kırılması, nokta mutasyonlarının indüklenmesi ve sitotoksisite ile ilişkilidir(Kontaş ve ark., 2011)

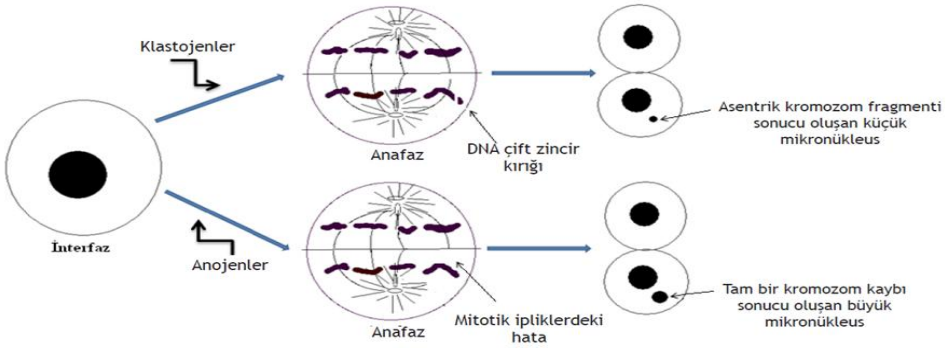
SCE testi, DNA hasarını değerlendirmek ve kromozomal değişimleri tespit etmek için kullanılan bir analiz yöntemidir (Hartmann ve Speit, 1995). Bu yöntemin gerçekleşmesi için mitoz aşamasında eklenen bir timin analoğu olan Brd-U (Bromo-deoksi Uridin) ile kardeş kromatitlerin birbirinden farklı şekilde boyanması sağlanmaktadır. Brd-U' nun floresan bir parlaklık oluşturmasıyla kardeş kromatit değişimleri belirlenir (Büyükçoban, 2010). Kardeş kromatit değişimi varlığında kromatitler açık ve koyu renklerde görüntü oluşturur (Şekil 4).

Şekil 4. Kardeş kromatit değişimi içeren metafaz plağı (Salah ve ark., 2012).

SCE testinin, kromozomlardaki yapısal değişimler (ör. kırıklar, kromatid değiş tokuşu) ve genotoksik ajanların (ör. kimyasallar, radyasyon) potansiyel etkilerini değerlendirmede kullanıldığı bildirilmektedir (Mankan S, 2020).

Mikronükleus testi

Çevresel toksinler, radyasyon, kimyasal maddeler gibi etkenlerin neden olduğu ve hücre bölünmesi sonucunda oluşan küçük, bağımsız çekirdekler mikronükleus (MN) olarak tanımlanmaktadır (Krupina ve ark., 2021). Hücre bölünmesi sırasında anafazda geride kalan kromozomlar MN oluşumuna neden olmaktadır (Krupina ve ark., 2021; Luzhna ve ark., 2013). MN oluşumuna klastojenler ve anojenler de neden olmaktadır. Klastojenler kromozom kırıkları oluşturma yolu ile; anojenler ise sentromer hatalarına ve iğ iplikçiklerinde disfonksiyonuna neden olarak MN oluşumuna neden olurlar (Şekil 5) (Büyükçoban, 2010; Bülbül SN, 2021).



Şekil 5. Mikronükleus oluşumu (Şekeroglu ve Şekeroglu, 2011).

Mikronükleus testi, hücrelerdeki mikronükleusların sayısını veya yapısal bozukluklarını tespit etmek için kullanılmaktadır (Büyükçoban, 2010). MN testi için sıklıkla periferik kan lenfositleri, kemik iliği hücreleri ve lenfosit kullanılır ve mitoz bölünme ile oluşan hücre tiplerinde in vivo ve in vitro olarak yapılabilmektedir (Sommer ve ark., 2020). İnvitro MN testinde Fenech ve Morley (1985, 1986) tarafından Sitokinezi-Blok (Cytokinesis-Blocked, Cyt-B) yöntemi geliştirilmiştir. Bu metotta, mitoz geçiren hücrelerde sitokinez bloklanarak mikronükleus sayımı yolu ile hasar analizi yapılır (Özkara ve Akyıl D, 2015).

İn vivo MN testi, sitokinez ile bloke edilmemiş memeli kırmızı kan hücrelerinde MN yoğunluğunu ölçer (Şekeroğlu ve Şekeroğlu, 2011).

Artan MN sayıları, hücrelerde kromozomal olarak sayısal ve yapısal bozuklukların dolaylı bir göstergesi kabul edilmektedir (Şekeroglu ve Şekeroglu, 2011; Arslan ve ark., 2016).

İmmunohistokimya analizleri

İmmünohistokimya (IHC), hücre veya doku kesitlerinde spesifik proteinlerin lokalizasyonunu tespit etmek için kullanılan güçlü bir görüntüleme yöntemidir (Taylor ve Levenson, 2006). Bu teknik, antijen-antikor etkileşimine dayanır; hedef proteine özgü birincil antikorlar, bu proteine bağlanır. Ardından, bu birincil antikoru tanıyan ve genellikle bir enzim (örneğin peroksidaz) veya floresan madde ile konjuge edilmiş ikincil antikorlar kullanılarak sinyal oluşturulur (Ramos-Vara ve Miller, 2014). Elde edilen sinyal, mikroskop altında görselleştirilerek protein ekspresyonu ve dağılımı hakkında bilgi verir.

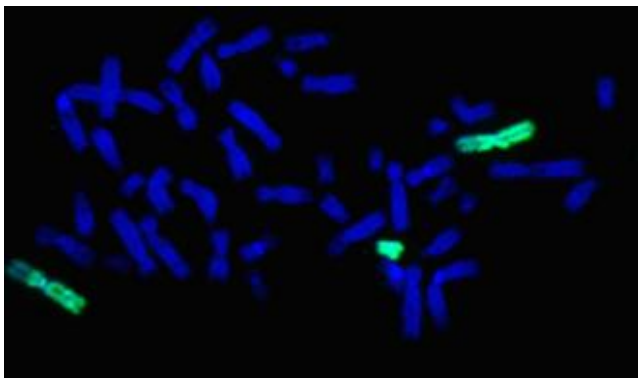
DNA hasar analizinde, immünohistokimya özellikle hasar sonrası hücre içi yanıtları gösteren belirli protein işaretleyicilerinin (markırların) tespiti amacıyla kullanılır. Bu bağlamda en sık kullanılan markırlardan biri γ-H2AX proteinidir. H2AX, histon H2A ailesine ait bir protein olup, DNA çift sarmal kırığı (DSB) meydana geldiğinde hızla fosforile olur ve γ-H2AX formuna dönüşür (Rogakou ve ark., 1998). Bu fosforilasyon, DNA hasarının erken bir göstergesidir ve hasarlı bölgelerde lokalize olur.

İmmünohistokimyasal boyama ile γ-H2AX'ın hücredeki dağılımı ve yoğunluğu belirlenebilir. Böylece, DNA hasarının hem varlığı hem de topografik olarak yayılımı görselleştirilebilir. Bu yöntem, diğer DNA hasar belirteçleriyle (örneğin p53, 8-OHdG, PARP) birlikte de kullanılabilir ve böylece DNA tamir süreçlerinin izlenmesine olanak tanır (Mah et al., 2010).

Floresan insitu hibridizasyon analizi

Floresan Insitu Hibridizasyon (FISH), DNA hasarını belirlemek için kullanılan moleküler sitogenetik bir yöntemdir (Speicher ve Carter, 2005). FISH analizi, DNA hasarı ile ilişkili DNA zincir kırıkları, delesyonlar, translokasyonlar gibi kromozomal anomalileri belirlemekte kullanılır (Fenech ve ark., 2020) FISH tekniği, spesifik DNA dizilerinin floresan işaretli prob kullanarak hasarlı DNA bölgelerinin görselleştirmesi prensibi ile çalışmaktadır (Speicher ve Carter, 2005). FISH analiz sistematiği temel olarak dört basamaktan oluşur;

I. Doku örneklerinin fiksasyonu;
II. Probların nükleik asitlere erişimini sağlayan numunenin ön muamelesi ve permeabilizasyonu;
III. Etiketli probların DNA hedeflerine hibridizasyonu;
IV. Bağlanmamış probları çıkarmak için yıkama, mikroskopi veya akış sitometrisi ile montaj ve görselleştirme (Moter ve Gobel, 2000).



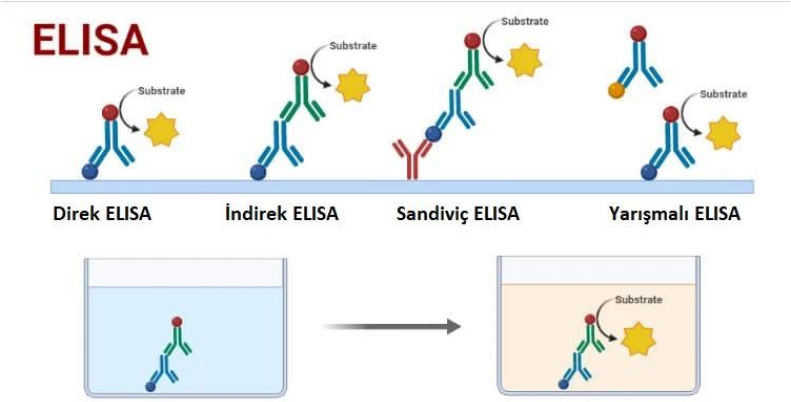
Şekil 6. FISH Yöntemi (Tönnies, 2010)

Enzim bağlantılı immünosorbent analizi

ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) DNA hasarını tespit etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Oksidatif DNA hasarı, DNA eklentileri ve DNA zincir kırıkları dahil olmak üzere çeşitli DNA hasarı belirteçlerini tespit edebilen tekniktir.

ELISA bir protein yapıda antijen ve o antijen spesifik bir antikorun bağlanmasına dayanan bir yöntemdir. ELISA yöntemini ilk defa birbirinden bağımsız iki farklı araştırma ekibi tarafından tanımlanmıştır (Engvall ve Perlman ,1971; Van Weemen ve Schuurs, 1971). ELISA, bugüne kadar birçok alanda teşhis için kullanılmıştır. Farklı ELISA yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar kısaca; eğer tabana antijen bağlanarak tek bir antikor kullanılırsa direk ELISA, iki antikor kullanılarak yapılıyorsa indirek ELISA; eğer taban bir antikor bağlanıyorsa sandviç ELISA ve bilinen bir antikor kullanılıp yarışmalı şekilde bağlanmasını sağlayan yarışmalı ELISA'dır (Aydın, 2015). Araştırmacıların veya teknik personelin kullanım amacına göre bu ELISA yöntemlerinden birini veya birkaçını tercih edebilirler. Hastalıkların spesifik tespiti için direk ELISA, bir sürüdeki aşıya bağlı antikor seviyesi için veya hayvanların herhangi bir hastalığı daha önce geçirip geçirmediğini tespit için ise indirekt ELISA yöntemi daha çok tercih edilir.

ELISA test yöntemi için bir ELISA pleytine ihtiyaç duyulmaktadır. ELISA pleytinin tabanına antijen veya antikor bağlanarak test yöntemi başlatılır. Buradaki tercih eğer antikor taraması yapılacaksa tabana antijen bağlanır, eğer antijen araştırması yapılacaksa tabana antikor bağlanır. Daha sonra antijene veya antikora spesifik antikor eklenilir. Bu antikora bağlanması içinde bir enzimle (HRP, alkalen fostaz vb.) işaretli antikor (konjugat) eklenilir ve inkübasyon sonrası spesifik enzime için bir substrat eklenilerek test işlemi sonlandırılır. Test kolorimetrik bir test olduğu için oluşan renk değişiminin değerlerini ölçmek için spektrofotometre cihazı kullanılarak optik dansite (OD) değerleri ölçülür (Hornbeck, 2015).



Şekil 7. ELISA yöntemleri.

ELISA ile DNA hasarı tespit edilirken; DNA hasarı sırasında ortaya çıkan apurinic/apyrimidinic (AP) bölgeleri, 8-hydroxy-2'- deoxyguanosine gibi kimyasallara karşı üretilen antikorlar kullanılmaktadır. Bunların tespiti için birçok firma ELISA kit geliştirmişler (Örn; Thermo, MyBioSource vb.)

ELISA yöntemi DNA tespitini kullanılmasına rağmen testin spesifitesi düşük olduğu için her zaman DNA hasarını tespit etmeyebilir. Ellegaard ve Poulsen tarafından yapılan bir araştırma, tütün dumanının DNA'da oksidatif hasara neden olduğunu, ancak bunun ELISA yöntemiyle saptanmadığını bulmuştur. Fundador ve Rusling tarafından yapılan başka bir çalışma, lazerle indüklenen flüoresan ile kılcal elektroforezin DNA hasarını tespit etmek için ELISA'dan daha hızlı ve daha hassas bir yöntem sağladığını bulmuştur.

Terminal deoxynucleotidyl transferase dUTP nick end labeling yöntemi

Apoptoz, hasarlı veya anormal hücreleri ortadan kaldırmada önemli rol oynayan programlanmış hücre ölüm mekanizmasıdır (Akşit ve Bildik, 2008). DNA hasarı, apoptozun en yaygın tetikleyicilerinden biridir ve kemoterapi ilaçları, radyasyon ve oksidatif stres dahil olmak üzere çeşitli faktörler tarafından indüklenmektedir (Berndtsson ve ark., 2007). DNA hasarına yanıt olarak hücreler, pro-apoptotik proteinlerin aktivasyonuna ve apoptozun başlamasına yol açan karmaşık bir sinyalleşme ağını aktive eder (He ve ark., 2018) DNA hasarı, apoptozun yaygın bir tetikleyicisidir ve çeşitli faktörler tarafından indüklenebilir. DNA hasarına yanıt olarak apoptozun aktivasyonu, p53, FOXO1, ATR, Chk1 ve Chk2 dahil olmak üzere birçok proteini içeren karmaşık bir sinyal yolağı tarafından düzenlenir (Pabla ve ark., 2008).

Terminal deoxynucleotidyl transferase dUTP nick end labeling (TUNEL), programlanmış hücre ölümü olarak adlandırılan, apoptizis sırasında ortaya çıkan DNA kırıklarını tespit etmek için kullanılan bir yöntemdir. TUNEL analizi, deoksinükleotidil transferaz enziminin dUTP (2’ deoksiuridin 5’-trifosfat) nükleotidini DNA’nın kırık uçlarına ekleyerek mikroskop altında floresan ışıma tespiti yolu ile ile DNA hasarının belirlenmesi prensibi ile çalışır (Figueroa-González ve Pérez-Plasencia, 2017).

Kaspaz-3 yöntemi

DNA hasarı, hücrelerin apoptoz adı verilen programlı hücre ölümüne girmesi için önemli bir sinyaldir (Dinçer ve Kankaya, 2010). Kaspaz 3, apoptozun başlatılmasında rol oynar ve hücrenin içindeki birçok proteinin parçalanmasına katkıda bulunarak hücrenin ölüm sürecini gerçekleştirir (Saunders et al., 2000).

Kaspaz 3'ün aktivasyonu, öncül formunda var olan inaktif bir proenzimden aktif bir proteaza dönüşmesini içerir Porter ve ark., 1999). Bu aktivasyon genellikle apoptozun başlatıldığı hücre içi sinyaller tarafından tetiklenir. Aktive olan kaspaz 3, hücrenin içindeki birçok hedef proteini tanır ve onları parçalayarak hücrenin apoptozunu gerçekleştirir. Kaspaz 3, apoptoz sürecinin yürütülmesinde önemli bir role sahiptir ve hücrenin yaşamı ve ölümü arasındaki dengeyi düzenler (Fadeel et al., 2005).

DNA hasarıyla ilişkili bu süreçlerin analizinde, özellikle aktif kaspaz-3 seviyelerinin kantitatif olarak belirlenmesi için ELISA kitleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Saunders et al., 2000). Kaspaz-3 gibi apoptoz belirteçlerinin kantitatif ölçümü için ELISA yönteminin yanı sıra Western blot ve immunohistokimya gibi teknikler de kullanılmaktadır (Saunders et al., 2000)

SONUÇ

DNA hasarına bağlı bozukluklar her zaman fenotipe yansımamakla birlikte genetik mekanizmaları etkilediği bilinmektedir. Araştırmacılar ve veteriner hekimler için bu mutajenlerin tespiti genetik hastalıkların teşhis ve tedavi sürecini yönetmelerinde önem arz etmektedir. Mutajenler haricinde DNA hasarı analizleri, çevresel faktörlerin (örneğin, kimyasal maddeler, radyasyon, çevre kirliliği) DNA üzerindeki etkilerini incelemede kullanılmaktadır. Bu tür araştırmalar, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmek, güvenlik standartlarını belirlemek için önemlidir.

DNA hasarı analiz yöntemleri yalnızca genetik hastalıkların varlığı üzerinde çalışmalarda kullanılmamaktadır. Günümüz dünyasında hayvanlarda enfeksiyöz ve/veya nonenfeksiyoz hastalıklar yaygın olarak görülmekte bu hastalıklara karşı aşı ve ilaç geliştirme çalışmaları araştırmacılar tarafından sürdürülmektedir. Geliştirilen ilaçların etken maddelerinin DNA düzeyinde hasara yol açıp açmadığı konusu önemli ve bakir bir araştırma alanı olarak dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra hayvanların rasyonlarında kullanılan yem katkı maddelerinin

DNA düzeyindeki etkileri ve hasar oluşturma düzeylerinin araştırılması Veteriner genetik alanında ilgi çekici farklı bir araştırma alanıdır.

Sonuç olarak ülkemizde Veteriner genetik alanında DNA hasarı araştırmaları konusunda çalışan araştırıcı sayısının artmasının; Comet, TUNEL, Mikronükleus gibi güçlü analiz yöntemleri konusunda deneyimli araştırıcıların yetiştirilmesinin nitelikli çalışmaların yapılmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Akşit H, Bildik A. Apoptozis. YYU Vet Fak Derg. 2008;19(1):55–63.

Andem AB, Agbor RB, Ekpo IA. Review on Comet Assay: a reliable tool for assessing DNA damage in animal models. J Curr Res Sci. 2013;1(6):405.

Arslan K, Duman F, Kanbur M, Akyüz B. Genotoxicological analysis of naturally captured and cultured rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) in Pınarbaşı district of Kayseri. Erciyes Univ Vet Fak Derg. 2016;13(2):131–138.

Arslan K. Polimorfizm ve Mutasyon. Editörler: Akyüz B, Yakan A, Çınar Kul B, Korkmaz Ağaoğlu Ö. Veteriner Genetik. Ankara Nobel Tıp Kitabevleri; 2021:225-236

Atmaca E, Aksoy A. Oksidatif DNA Hasarı ve Kromatografik Yöntemlerle Tespit Edilmesi. YYU Vet Fak Derg. 2009;20(2):79–83.

Aydemir B, Sarı EK. Antioksidanlar ve büyüme faktörleri ile ilişkisi (Antioxidants and Growth Factors). Kocatepe Vet J. 2009;2(2):56–60.

Aydın S. A short history, principles, and types of ELISA, and our laboratory experience with peptide/protein analyses using ELISA. Peptides. 2015;72:4-15.

Berkowitz D, Hushon JM, Whitfield HJ Jr, Roth J, Ames BN. Procedure for identifying nonsense mutations. J Bacteriol. 1968;96(1):215–220.

Berndtsson M, Hägg M, Panaretakis T, Havelka AM, Shoshan MC, Linder S. Acute apoptosis by cisplatin requires induction of reactive oxygen species but is not associated with damage to nuclear DNA. Int J Cancer. 2007;120(1):175–180.

Bilge DB, Kantarcı G. Mutasyon, DNA hasarı, onarım mekanizmaları ve kanserle ilişkisi. J Fac Pharm Ankara Univ. 2018;35(2):149-170.

Burlinson B, Tice RR, Speit G, Agurell E, Brendler-Schwaab SY, Collins AR, Escobar P, Honma M, Kumaravel TS, Nakajima M, Sasaki YF, Thybaud V, Uno Y, Vasquez M, Hartmann A; Fourth International Workgroup on Genotoxicity Testing. Results of the in vivo Comet assay workgroup. Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen. 2007;627(1):31–35.

Büyükçoban T. Sağlıklı insan lenfositlerinde in vitro genotoksik analizler ve uygulanan yöntemlerin karşılaştırılması. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı; 2010.

Calini V, Urani C, Camatini M. Comet assay evaluation of DNA single- and double-strand breaks induction and repair in C3H10T1/2 cells. Cell Biol Toxicol. 2002;18(6):369-379.

Chatterjee N, Walker GC. Mechanisms of DNA damage, repair, and mutagenesis. Environ Mol Mutagen. 2017;58(5):235–263.

Collins AR. The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations. Mol Biotechnol. 2004;26(3):249–261.

Collins AR, Møller P, Gajski G, Vodenkova S, Langie SAS, Azqueta OA. Measuring DNA damage with the comet assay: a compendium of protocols. Nat Protoc. Published online 2022

Compton DA. Mechanisms of aneuploidy. Curr Opin Cell Biol. 2011;23(1):109–113.

Cooke MS, Evans MD, Dizdaroglu M, Lunec J. Oxidative DNA damage: mechanisms, mutation, and disease. FASEB J. 2003;17(10):1195–1214.

Crick HC, Baiter WR. Is DNA really a double helix? J Mol Biol. 1979;129(3):517–525.

Dinçer Y, Kankaya S. DNA hasarının belirlenmesinde comet assay. Turkiye Klinikleri J Med Sci. 2010;30(4):1365-1373.

Ellegaard PK, Poulsen HE. Tobacco smoking and oxidative stress to DNA: a meta-analysis of studies using chromatographic and immunological methods. Scand J Clin Lab Invest. 2016;76(2):151-158.

Engvall E, Perlmann P. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA): quantitative assay of immunoglobulin G. Immunochemistry. 1971;8(9):871-874.

Fadeel B, Orrenius S. Apoptosis: a basic biological phenomenon with wide-ranging implications in human disease. J Intern Med. 2005;258(6):479–517.

Fenech M, Morley AA. Measurement of micronuclei in lymphocytes. Mutat Res. 1985;147(1):29-36.

Fenech M, Morley AA. Solutions to the kinetic problem in the micronucleus assay. Cytobios. 1985;43(172-173):233-246.

Fenech M, Morley AA. Cytokinesis-block micronucleus method in human lymphocytes: effect of in vivo ageing and low dose X-irradiation. Mutat Res. 1986;161(2):193-198.

Fenech M, Knasmüller S, Bolognesi C, Holland N, Bonassi S, Kirsch-Volders M. Micronuclei as biomarkers of DNA damage, aneuploidy, inducers of chromosomal hypermutation and as sources of pro-inflammatory DNA in humans. Mutat Res Rev Mutat Res. 2020;784-785:108309.

Figueroa-González G, Pérez-Plasencia C. Strategies for the evaluation of DNA damage and repair mechanisms in cancer (Review). Oncol Lett. 2017;13(6):3982–3988.

Freese EB. Transitions and transversions induced by depurinating agents. Proc Natl Acad Sci U S A. 1961;47(9):1450–1457.

Fundador E, Rusling J. Detection of labeled abasic sites in damaged DNA by capillary electrophoresis with laser-induced fluorescence. Anal Bioanal Chem. 2007;387:1883-1890.

Gisselsson D. Chromosome instability in cancer: how, when, and why? Adv Cancer Res. 2003;87:1–29.

Güner U, Gökalp Muranlı FD. Balıklarda tek hücre jel elektroforezi (Comet Assay). Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi. 2013;3(9):103–114.

Hartmann A, Speit G. Genotoxic effects of chemicals in the single cell gel (SCG) test with human blood cells in relation to the induction of sister-chromatid exchanges (SCE). Mutat Res. 1995;346(3):205–2

Hassan GM. Effects of some synthetic coloring additives on DNA damage and chromosomal aberrations of rats. Arab J Biotechnol. 2010;13(1):13–24.

Hassold TJ, Hunt PA. To err (meiotically) is human: The genesis of human aneuploidy. Nat Rev Genet. 2001;2(4):280–291.

He X, Zhu L, Li S, Chen Z, Zhao X. Loperamide, an antidiarrheal agent, induces apoptosis and DNA damage in leukemia cells. Oncol Lett. 2018;15(1):765–774.

Hornbeck PV. Enzyme-linked immunosorbent assays. Curr Protoc Immunol. 2015;110(1):2.1.1-2.1.23.

Jain S. Radiation in medical practice & health effects of radiation: Rationale, risks, and rewards. J Family Med Prim Care. 2021;10(4):1520–1524.

Karabulut H, Gülay MŞ. Antioksidanlar. Mehmet Akif Ersoy Univ Vet Fak Derg. 2016;1(1):65–76.

Karbaschi M, Ji Y, Abdulwahed AMS, Alohaly A, Bedoya JF, Burke SL, Boulos TM, Tempest HG, Cooke MS. Evaluation of the major steps in the conventional protocol for the alkaline comet assay. Int J Mol Sci. 2019;20(23):6072.

Kızmaz MZ, Paylan İC, Erkan S. DNA dizilemenin tarihsel gelişimi. GBAD. 2017;6(2):47-53.

Klaude M, Eriksson S, Nygren J, Ahnström G. The comet assay: mechanisms and technical considerations. Mutat Res. 1996;363(2):237–251.

Kontaş S, Atlı Şekeroğlu Z, Şekeroğlu V. Kardeş kromatid değişimi testi ve kullanım alanları. TÜBAV Bilim Dergisi. 2011;4(4):226–234.

Krupina K, Goginashvili A, Cleveland DW. Causes and consequences of micronuclei. Curr Opin Cell Biol. 2021;70:91–99.

Kunkel TA, Bebenek K. DNA replication fidelity. Annu Rev Biochem. 2000;69:497–529.

Kunkel TA. DNA replication fidelity. J Biol Chem. 2004 Apr 23;279(17):16895–16898.

Kurtoğlu EL, Tekedereli İ. DNA onarım mekanizmaları. Balıkesir Sağlık Bil Derg. 2015;4(3):169–177.

Luzhna L, Kathiria P, Kovalchuk O. Micronuclei in genotoxicity assessment: from genetics to epigenetics and beyond. Front Genet. 2013;4:131.

Lüleyap HÜ. Mutasyon Türleri. Moleküler Genetiğin Esasları. Adana Nobel Kitabevi; 2008:112-124

Mah LJ, El-Osta A, Karagiannis TC. γH2AX: a sensitive molecular marker of DNA damage and repair. Leukemia. 2010;24(4):679–686.

Manisaligil YA, Yurt A, Eylül D, Sağlık Ü, Myo H. Cellular and molecular effects of ionizing radiation. Duzce Med J. 2018;20(2):50–53.

Marnett LJ, Plastaras AB, Hancock JT Jr. Endogenous DNA damage and mutation. Carcinogenesis. 2001;22(3):437–456.

Marnett LJ. Oxyradicals and DNA damage. Carcinogenesis. 2000;21(3):361–370.

Martin GM. DNA damage and repair: relevance to mechanisms of neurodegeneration. Mech Ageing Dev. 2008;129(7-8):441-443.

McKelvey-Martin VJ, Green M, Pool-Zobel BL, de M. M, Collins AR. The single cell gel electrophoresis assay (comet assay): a European review. Mutat Res. 1993;288(1):47-59.

Moody CA, Laimins LA. Human papillomavirus oncoproteins: pathways to transformation. Nat Rev Cancer. 2010;10(8):550-560.

Moter A, Goebel UB. Fluorescence in situ hybridization (FISH) for direct visualization of microorganisms. J Microbiol Methods. 2000;41(1):85-112.

Muniz JF, McCauley L, Scherer J, et al. Biomarkers of oxidative stress and DNA damage in agricultural workers: a pilot study. Toxicol Appl Pharmacol. 2008;227(1):97-107.

Novotná B, Topinka J, Solanský I, et al. Impact of air pollution and genotype variability on DNA damage in Prague policemen. Toxicol Lett. 2007;172(1-2):37-47.

Onur E, Tu B, Bozyi F. DNA hasarı ve onarım mekanizmaları. Turkiye Klinikleri J Med Sci. 2009;29(3):673-678.

Osborne LR, Mervis CB. 7q11.23 deletion and duplication. Curr Opin Genet Dev. 2021;68:41-48.

Öğüt S, Atay E. Yaşlılık ve oksidatif stres. S D U Tıp Fak Derg. 2012;19(2):68-74.

Özcan O, Erdal H, Çakırca G, Yönden Z. Oxidative stress and its impacts on intracellular lipids, proteins and DNA. J Clin Exp Invest. 2015;6(3):331-336.

Özkara A, Akyıl D. Bitkilerde mikronükleus testi ile genotoksik hasarın değerlendirilmesi. Dumlupınar Univ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2015;34:27-40.

Pabla N, Huang S, Mi QS, Daniel R, Dong Z. ATR-Chk2 signaling in p53 activation and DNA damage response during cisplatin-induced apoptosis. J Biol Chem. 2008;283(10):6572-6583.

Porter, A. G., & Jänicke, R. U. (1999). Emerging roles of caspase-3 in apoptosis. Cell Death & Differentiation, 6(2), 99–104.

Ramos-Vara JA, Miller MA. When tissue antigens and antibodies get along: revisiting the technical aspects of immunohistochemistry—the red, brown, and blue technique. Vet Pathol. 2014;51(1):42-87.

Rogakou EP, Pilch DR, Orr AH, Ivanova VS, Bonner WM. DNA double-stranded breaks induce histone H2AX phosphorylation on serine 139. J Biol Chem. 1998;273(10):5858-5868.

Salah GB, Ayadi I, Fendri-Kriaa N, et al. DNA repair gene polymorphisms at XRCC1 (Arg194Trp, Arg280His, and Arg399Gln) in a healthy Tunisian population: Interethnic variation and functional prediction. Genet Test Mol Biomarkers. 2012;16(11):1218-1225.

Salomons GS, Bok LA, Struys EA, et al. An intriguing 'silent' mutation and a founder effect in antiquitin (ALDH7A1). Ann Neurol. 2007;62(4):414-418.

Sarıhan M, Günay O, Yarar O, Demir M. Determination of the radiation dose level emitted to the environment in patients undergoing dacryo scintigraphy. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi. 2022;35:625-632.

Saunders PA, Cooper JA, Roodell MM, et al. Quantification of active caspase 3 in apoptotic cells. Anal Biochem. 2000;284(1):114-124.

Singh NP, McCoy MT, Tice RR, Schneider EL. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. Exp Cell Res. 1988;175(1):184-191.

Sommer S, Buraczewska I, Kruszewski M. Micronucleus assay: The state of art, and future directions. Int J Mol Sci. 2020;21(3):1054.

Speicher MR, Carter NP. The new cytogenetics: Blurring the boundaries with molecular biology. Nat Rev Genet. 2005;6(10):782-792.

Şahiner M, Yurdakul ES, Şahiner F. The 150-year history of scientific discoveries as milestones in the development process of molecular biology techniques. J Mol Virol Immunol. 2020;1(1):43–56.

Şekeroğlu V, Şekeroğlu ZA. Genotoksik hasarın belirlenmesinde mikronükleus testi. Turk Hijyen Deneysel Biyol Derg. 2011;68(4):241-252.

Şekeroğlu ZA, Şekeroğlu V. Genetik Toksisite Testleri. TÜBAV Bilim Dergisi. 2011;4(3):221-229.

Tabakoğlu E, Durgut R. Veteriner hekimlikte oksidatif stres ve bazı önemli hastalıklarda oksidatif stresin etkileri (Oxidative stress in veterinary medicine and effects in some important diseases). Erciyes Univ Vet Fak Derg. 2013;10(3):189–199.

Taylor CR, Levenson RM. Quantification of immunohistochemistry—issues concerning methods, utility and semiquantitative assessment II. Histopathology. 2006;49(4):411-424.

Torgovnick A, Schumacher B. DNA repair mechanisms in cancer development and therapy. Front Genet. 2015;6:157.

Tönnies H. Molecular cytogenetics in molecular diagnostics. In: Molecular Diagnostics. 2nd ed. Elsevier; 2010:133-153.

Utku A, Gökalp Muranlı G. Balıklarda tek hücre jel elektroforezi (Comet Assay). Kafkas Univ Vet Fak Derg. 2013;19(3):395–400.

Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol. 2007;39(1):44-84.

Valko M, Rhodes CJ, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chem Biol Interact. 2006 Mar 10;160(1):1–40.

Van Weemen B, Schuurs AHW. Immunoassay using antigen—enzyme conjugates. FEBS Lett. 1971;15(3):232-236.

Zhang Z, Miteva MA, Wang L, Alexov E. Analyzing effects of naturally occurring missense mutations. Comput Math Methods Med. 2012;2012:691564.

PROBIOTIC USE IN INTENSIVE CARE UNIT PATIENTS: A PROMISING STRATEGY FOR IMMUNE MODULATION AND INFECTION CONTROL

Dr. Öğr. Gör. Necip Gökhan TAŞ

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Deney Hayvanları Uygulama ve Araştırma Merkezi,
Orcid: 0000-0002-5429-3510

ABSTRACT

Critically ill patients in intensive care units (ICUs) are frequently subjected to broad-spectrum antibiotics, invasive interventions, and nutritional deficiencies, all of which contribute to significant alterations in gut microbiota composition. This dysbiosis has been associated with increased susceptibility to nosocomial infections, sepsis, and multi-organ failure. Probiotics, as live microorganisms that confer health benefits, have emerged as a potential adjunctive therapy to modulate immune responses and restore microbial balance in ICU settings. This structured narrative review, based on literature published between 2015 and 2024, evaluated findings from randomized controlled trials and meta-analyses accessed through databases such as PubMed, Scopus, and Web of Science. Studies focusing on *Lactobacillus, Bifidobacterium,* and *Saccharomyces* species in critically ill populations indicate that probiotics may reduce the incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP), shorten ICU length of stay, and limit colonization by multidrug-resistant organisms. Their immunomodulatory effects are primarily mediated through enhancement of mucosal immunity, anti-inflammatory cytokine production, and preservation of gut barrier integrity. However, the efficacy of probiotic interventions is highly dependent on strain specificity, dosage, treatment duration, and individual patient factors. While current evidence supports the potential benefits of probiotic supplementation in ICU settings, concerns about clinical variability and safety, particularly in immunocompromised individuals, necessitate the development of standardized protocols and further large-scale multicenter trials to define optimal therapeutic strategies.
Keywords: Probiotics, Intensive Care, Gut Microbiota, Sepsis, Immune Modulation, Ventilator-Associated Pneumonia

INTRODUCTION

Critically ill patients treated in intensive care units (ICUs) frequently encounter life-threatening infections, multiple organ dysfunction, and immune dysregulation. In this patient population, the use of broad-spectrum antibiotics, mechanical ventilation, enteral or parenteral nutrition, and various invasive procedures disrupts the microbial balance of the gastrointestinal system, leading to severe dysbiosis of the gut microbiota. This microbial imbalance compromises intestinal barrier integrity, facilitates the translocation of pathogenic microorganisms, and triggers systemic inflammatory responses (1,2).

In recent years, a growing body of evidence has highlighted the systemic immunological impact of the gut microbiota, fueling interest in the hypothesis that microbiota modulation could help control infections, inflammation, and even the development of sepsis. In this context, probiotics—defined as live microorganisms that confer health benefits to the host—are increasingly regarded as a promising adjunctive strategy for infection control and immune modulation in ICU patients (3).

Several randomized controlled trials (RCTs) and meta-analyses have demonstrated that probiotic formulations, particularly those containing Lactobacillus, Bifidobacterium, and Saccharomyces species, can reduce the incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP), shorten ICU length of stay, and inhibit colonization by antibiotic-resistant pathogens (4,5). However, these beneficial effects vary significantly depending on strain selection, administration route, dosage, and patient-specific factors.

This review aims to evaluate the clinical efficacy of probiotics, their immunological effects, and their role in infection control among ICU patients, based on current literature published between 2015 and 2024. Additionally, the review discusses safety considerations and identifies areas for future research.

REVIEW AND ANALYSIS

Immunomodulatory Effects of Probiotics

The effects of probiotics on the immune system are mediated through modulation of both innate and adaptive immune responses. In critically ill patients, gut microbiota dysbiosis weakens intestinal epithelial integrity, facilitating bacterial translocation and promoting the development of severe complications such as systemic inflammatory response syndrome (SIRS) (6). From this perspective, the ability of probiotics to preserve gastrointestinal homeostasis and regulate immune activity is of particular importance.

Animal and human studies have shown that *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species can activate Toll-like receptor (TLR) signaling pathways via epithelial and dendritic cells, thereby increasing the secretion of anti-inflammatory cytokines (e.g., IL-10) and suppressing proinflammatory cascades such as NF-κB (7). These microorganisms also enhance mucosal immunity by stimulating regulatory T cells (Tregs) and IgA production (8).

Short-chain fatty acids (SCFAs)—particularly butyrate, propionate, and acetate—produced by probiotic metabolism, are among the most important mediators of these immunomodulatory effects. These metabolites not only serve as energy sources for colonic epithelial cells but also suppress inflammation via activation of the NLRP3 inflammasome and Nrf2 signaling, thus reducing oxidative stress (9).

Given that critically ill patients may exhibit both insufficient and excessive immune responses, the homeostatic immunoregulatory functions of probiotics may offer significant protection against complications such as sepsis and VAP. Nevertheless, it should be noted that the immunological effects of probiotics are strain-specific, dose-dependent, and subject to variability based on host factors (10).

In summary, probiotics contribute to immune regulation in critically ill patients by enhancing mucosal immunity, modulating cytokine production, and maintaining epithelial integrity. These effects are primarily mediated through pathways involving TLR activation, increased IL-10 secretion, NF-κB suppression, and SCFA-driven anti-inflammatory signaling. Understanding these mechanisms is crucial, particularly in ICU populations where immune responses may fluctuate between suppression and hyperinflammation. As detailed in Table 1, the immunological impact of probiotics is highly strain-specific and requires careful selection in clinical practice (7-9).

Mechanism	Description
TLR activation	Triggers immune responses via epithelial and dendritic cells
IL-10 production	Enhances anti-inflammatory cytokine release
NF-κB pathway suppression	Reduces expression of proinflammatory genes
IgA enhancement	Supports mucosal immunity
SCFA production	Mediates antioxidant effects via NLRP3 and Nrf2 pathways

Clinical Outcomes and Efficacy Evaluation

A number of randomized controlled trials (RCTs) and systematic reviews have investigated the use of probiotics in ICU patients, reporting various levels of benefit in reducing infection incidence, shortening ICU stays, and decreasing mortality rates. However, these outcomes often vary based on the strains used, dosage, patient characteristics, and duration of administration (11).

One of the most commonly evaluated endpoints is the incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP), which significantly contributes to ICU-related morbidity and mortality. A comprehensive meta-analysis published in 2021 demonstrated that probiotics significantly reduced the incidence of VAP; however, the magnitude of this effect depended on the strain combinations and methods of administration used in the studies (12). For instance, strains such as *Lactobacillus rhamnosus GG* and *Bifidobacterium longum* have been shown to inhibit gastrointestinal colonization by pathogens and prevent their translocation to the upper respiratory tract (13).

In addition to reducing the duration of ICU stay and antibiotic usage, some studies suggest that probiotics may positively impact mortality, particularly through the prevention of VAP or sepsis. However, this effect remains controversial, as certain trials have reported no statistically significant differences in mortality outcomes (14).

Probiotics may also help prevent colonization by multidrug-resistant organisms through mechanisms such as competitive inhibition, production of antimicrobial peptides, and restoration of microbial barrier function (15). These properties suggest that probiotics could potentially be integrated into ICU infection control strategies.

Despite these promising findings, the lack of standardization across clinical studies—particularly regarding probiotic strains, dosages, treatment durations, and patient inclusion criteria—limits the generalizability and reproducibility of the results.

Several randomized controlled trials and meta-analyses have evaluated the clinical outcomes associated with probiotic use in critically ill patients. These studies suggest potential benefits in reducing the incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP), shortening ICU stays, and limiting colonization by multidrug-resistant organisms. However, results have varied depending on the probiotic strains used, treatment protocols, and patient populations. Table 2 summarizes key findings from selected clinical trials and systematic reviews that investigated the efficacy of various probiotic formulations in ICU settings (11–14).

Study / Year	Population	Probiotic Strains	Effect
Bo et al., 2014	500 ICU patients	L. rhamnosus GG, B. longum	↓ VAP incidence
Barraud et al., 2013	800 ICU patients	Mixed strains	↓ Mortality (limited)
Manzanares et al., 2016	Meta-analysis	Various combinations	↓ ICU length of stay
McClave et al., 2021	Narrative review	Lactobacillus, Bifidobacterium	↓ General infection incidence

Safety, Strain Selection, and Clinical Limitations

In addition to their potential benefits, the use of probiotics in critically ill patients raises some safety concerns. Particularly in individuals with immunosuppression, severe illness, or advanced gut dysbiosis, the administration of live microorganisms may theoretically increase the risk of bacteremia, fungemia, or other infections (16).

Although rare, there have been reports of probiotic-associated sepsis following the use of *Lactobacillus* or *Saccharomyces boulardii* in vulnerable patient populations (17). Such adverse events have been linked to poor adherence to sterility standards, compromised gut barrier function, and the presence of invasive devices such as central venous catheters.

Another critical issue in clinical practice is the heterogeneity of probiotic strains and formulations. Each strain possesses unique immunological and metabolic effects, and therefore, the assumption that "all probiotics are equally beneficial" lacks scientific validity. For example, *Lactobacillus rhamnosus GG* is known for its ability to enhance mucosal immunity, whereas *Bifidobacterium breve* exhibits primarily anti-inflammatory activity (18).

Additional factors such as dosage, treatment duration, administration route (e.g., oral vs. enteral), and storage conditions also influence probiotic efficacy and safety. Maintaining probiotic viability requires proper temperature and humidity control. Furthermore, quality assessments have revealed discrepancies between labeled and actual microbial content in some commercial formulations, including potential contamination risks (19).

To safely incorporate probiotics into critical care protocols, it is recommended that only strains with well-documented safety profiles and pharmaceutical-grade formulations be used. Risk stratification based on individual patient characteristics should guide probiotic administration. Moreover, implementation should be supported by multidisciplinary monitoring, adverse event reporting, and further validation through large-scale, multicenter clinical trials.

CONCLUSION

The application of probiotics in critically ill patients represents a promising and evolving approach to maintaining gut microbiota integrity, regulating immune function, and reducing the incidence of nosocomial infections. Over the past decade, growing evidence from randomized controlled trials and meta-analyses has reinforced the potential of probiotics to play a supportive role in preventing conditions such as ventilator-associated pneumonia (VAP), thereby improving patient outcomes in intensive care settings.

Mechanistically, probiotics modulate both innate and adaptive immunity through multiple pathways, including enhancement of epithelial barrier function, suppression of proinflammatory cytokine cascades, and stimulation of beneficial immune responses such as IgA production and regulatory T cell activation. These effects are further amplified by the metabolic activity of probiotics, particularly the production of short-chain fatty acids that contribute to mucosal integrity and systemic anti-inflammatory responses.

Despite these encouraging findings, the clinical implementation of probiotics remains constrained by significant heterogeneity in study protocols, strain selection, dosage regimens,

and treatment durations. Furthermore, concerns regarding safety, especially in immunocompromised or critically unstable patients, underscore the need for rigorous patient selection and monitoring protocols.

- To transition from research to routine clinical practice, several key areas must be addressed:
- Identification of specific probiotic strains with the most beneficial immunomodulatory and antimicrobial profile
- Standardization of dosing schedules and treatment durations across different ICU populations
- Implementation of pharmaceutical-grade quality assurance and long-term safety evaluations
- Development of clinical decision-making algorithms for targeted probiotic therapy

Future research should focus on large-scale, multicenter, double-blind trials with standardized endpoints to validate the therapeutic value of probiotics in intensive care. Additionally, integrating probiotics into multimodal infection control strategies and examining their interactions with antibiotics, nutrition, and host genetics will be essential to fully harness their potential.

In conclusion, while probiotics are not a panacea, they hold substantial promise as adjunctive agents in the management of critically ill patients. With appropriate evidence-based guidelines, they may soon become an integral component of personalized and preventative strategies in modern intensive care medicine.

REFERENCES

Haak BW, Wiersinga WJ. The role of the gut microbiota in sepsis. Lancet Gastroenterol Hepatol. 2017;2(2):135-143. doi:10.1016/S2468-1253(16)30119-4

Zaborin A, Smith D, Garfield K, et al. Membership and behavior of ultra-low-diversity pathogen communities present in the gut of humans during prolonged critical illness. mBio. 2014;5(5):e01361-14. doi:10.1128/mBio.01361-14

McClave SA, Patel J, Bhutiani N. Should probiotics be used routinely in the intensive care unit? Curr Opin Gastroenterol. 2021;37(2):153-159. doi:10.1097/MOG.0000000000000705

Wischmeyer PE, McDonald D, Knight R. Role of the microbiome, probiotics, and 'dysbiosis therapy' in critical illness. Curr Opin Crit Care. 2016;22(4):347-353. doi:10.1097/MCC.0000000000000322

Manzanares W, Lemieux M, Langlois PL, Wischmeyer PE. Probiotic and synbiotic therapy in critical illness: a systematic review and meta-analysis. Crit Care. 2016;20:262. doi:10.1186/s13054-016-1434-y

Liu Y, Alookaran JJ, Rhoads JM. Probiotics in autoimmune and inflammatory disorders. Nutrients. 2018;10(10):1537. doi:10.3390/nu10101537

Plaza-Díaz J, Ruiz-Ojeda FJ, Gil-Campos M, Gil A. Mechanisms of action of probiotics. Adv Nutr. 2019;10(suppl_1):S49-S66. doi:10.1093/advances/nmy063

Deriu E, Liu JZ, Pezeshki M, et al. Probiotic bacteria reduce Salmonella typhimurium intestinal colonization by competing for iron. Cell Host Microbe. 2013;14(1):26-37. doi:10.1016/j.chom.2013.06.007

Dalby MJ, Ross AW, Walker AW, Morgan PJ. Dietary uncoupling of gut microbiota and energy harvesting from obesity and glucose tolerance in mice. Cell Rep. 2017;21(6):1521-1533. doi:10.1016/j.celrep.2017.10.036

Whelan K, Myers CE. Safety of probiotics in patients receiving nutritional support: a systematic review of case reports, randomized controlled trials, and nonrandomized trials. Am J Clin Nutr. 2010;91(3):687-703. doi:10.3945/ajcn.2009.28508

Gu WJ, Wei CY, Yin RX. Lack of efficacy of prophylactic probiotics in preventing ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Chest. 2012;142(4):859-868. doi:10.1378/chest.11-2435

Bo L, Li J, Tao T, et al. Probiotics for preventing ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis of high-quality randomized controlled trials. PLoS One. 2014;9(12):e114560. doi:10.1371/journal.pone.0114560

Barraud D, Bollaert PE, Gibot S. Impact of the administration of probiotics on mortality in critically ill adult patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. Chest. 2013;143(3):646-655. doi:10.1378/chest.12-1108

Spindler-Vesel A, Bengmark S, Vovk I, Kompan L. Synbiotics, gut function and immune response in critical illness. World J Gastroenterol. 2007;13(7):1110-1115. doi:10.3748/wjg.v13.i7.1110

Ouwehand AC, Salminen S, Isolauri E. Probiotics: an overview of beneficial effects. Antonie Van Leeuwenhoek. 2002;82(1-4):279-289. doi:10.1023/A:1020620607611

Boyle RJ, Robins-Browne RM, Tang ML. Probiotic use in clinical practice: what are the risks? Am J Clin Nutr. 2006;83(6):1256-1264. doi:10.1093/ajcn/83.6.1256

Muñoz P, Bouza E, Cuenca-Estrella M, et al. Saccharomyces cerevisiae fungemia: an emerging infectious disease. Clin Infect Dis. 2005;40(11):1625-1634. doi:10.1086/430311

Kothari D, Patel S, Kim SK. Probiotic supplements might not be universally-effective and safe: a review. Biomed Pharmacother. 2019;111:537-547. doi:10.1016/j.biopha.2018.12.105

Weese JS. Evaluation of deficiencies in labeling of commercial probiotics. Can Vet J. 2003;44(12):982-983.

END-TO-END PIPELINE FOR BUILDING MCP-BASED MULTIAGENT SYSTEMS: A BENCHMARK-DRIVEN APPROACH

Pınar Ersoy
Department of Research & Development, Commencis, İstanbul, Turkey
ORCID ID: 0000-0001-9591-3037

Mustafa Erşahin
Department of Research & Development, Commencis, İstanbul, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-4318-8288

ABSTRACT

Multi-agent systems (MAS) coordinate the efforts of multiple autonomous agents to address tasks that outstrip the capacity of any single model. Conventional architectures frequently fail to preserve a coherent shared context and to sustain efficient collaboration, thereby fostering information silos and duplicative computation. The recently promulgated Model Context Protocol (MCP) mitigates these deficiencies by furnishing a uniform interface for context exchange and tool invocation across heterogeneous agents. This study proposes a rigorously ordered development pipeline for MCP-enabled MAS. It evaluates the resulting framework on benchmark scenarios drawn from enterprise knowledge governance, collaborative scientific inquiry, and distributed planning. Empirical analysis demonstrates that relative to a functionally equivalent baseline, the MCP configuration improves context retention and coordination efficiency by factors approaching two, expands tool-integration coverage by nearly three, and sustains a fourfold increase in agent-population scalability while also elevating end-to-end task-completion performance. These quantitative gains corroborate the qualitative observation that MCP integration yields richer contextual continuity, leaner coordination overhead, and markedly greater operational flexibility. The pipeline thus supplies a transferable blueprint for constructing context-aware, cooperative, and readily extensible multi-agent environments.

Keywords: Model Context Protocol, Multi-Agent Systems, Generative AI, Large Language Models.

INTRODUCTION

Multi-agent systems (MAS) constitute an impactful framework within contemporary artificial intelligence research, enabling multiple autonomous entities to cooperate in attaining objectives whose complexity would overwhelm a solitary agent. Modeled after the dynamics of human teams and distributed problem solving, MAS confers advantages in parallel execution, functional specialization, and resilience to individual failures. Recent progress in artificial intelligence, particularly the advent of large language models (LLMs) and other foundation models, has markedly expanded the cognitive reach of individual agents, thereby equipping modern MAS to address tasks that span collaborative decision-making, time-critical strategy, and high-fidelity simulation [1].

Current Multi-Agent System (MAS) architectures face challenges that hinder their effectiveness, particularly in maintaining a shared operational context. Conventional designs typically afford each agent only a localized perspective on the environment; consequently,

discoveries made by one agent are rarely propagated to its peers with sufficient fidelity or timeliness. This discontinuity, frequently characterized as the disconnected-models problem, precipitates informational lacunae, redundant computation, and suboptimal collective performance [2], [3]. The absence of a system-wide memory substrate also hampers an agent's ability to recall and exploit prior interactions during extended missions. Moreover, ad-hoc communication conventions and heterogeneous tool integrations exacerbate coordination overheads, encouraging myopic behavior even among otherwise sophisticated agents [3]. Addressing these shortcomings requires a principled mechanism for persistent context-sharing and harmonized collaboration across the agent ensemble [2].

The Model Context Protocol (MCP) provides contextual information, connecting AI models with external data sources, tools, and memory storage to create a comprehensive context pipeline. In effect, MCP permits any compliant agent to retrieve salient artifacts, documents, factual assertions, historical interaction logs, and to commit newly derived knowledge in a structured fashion [4]. Adoption of MCP thus obviates the need for bespoke, pairwise data connectors; agents instead employ protocol-defined requests for all contextual transactions. Prototype deployments have already demonstrated appreciable gains in continuity and interaction quality when MCP governs context flow [3], [4].

This article proposes a comprehensive framework and end-to-end pipeline for engineering an MCP-enabled MAS. Our exposition begins with allocating specialized agent roles, proceeds through the provisioning of MCP servers that mediate data and tool access, and culminates in the orchestration logic that regulates inter-agent coordination. An accompanying evaluation methodology, anchored in benchmark tasks that stress context propagation and cooperative reasoning, is likewise articulated. Qualitative experiments across realistic scenarios reveal that MCP integration improves context persistence, economizes coordination, and enhances task completion relative to a baseline MAS lacking standardized context exchange. Subsequent sections elaborate on the relevant literature, outline the technical architecture and implementation stages, present comparative findings, and conclude with prospective research trajectories for MCP-based multi-agent systems.

LITERATURE REVIEW

Research on multi-agent systems spans decades, with contributions in agent communication, coordination strategies, and collaborative learning. Early MAS relied on fixed communication protocols and simple shared memories, providing limited scalability. More recently, various approaches have been explored to improve how agents interact and share knowledge. For instance, researchers have developed sophisticated agent communication languages and protocols to enable agents to exchange information in a structured manner [5]. These include message-passing frameworks and emergent communication through learned languages. Effective communication is vital for coordination. However, it does not ensure that the relevant context and knowledge from a task are consistently available to all agents. In many systems, each agent maintains its state, and ensuring consistency requires complex negotiation or broadcasting schemes, which can become inefficient as the number of agents grows [2].

Another active area of research is multi-agent reinforcement learning (MARL), where agents learn policies that maximize a shared reward through trial and error. Numerous MARL algorithms have been proposed to improve cooperation, such as sharing gradients or using opponent modeling. Techniques to enhance coordination among agents, including self-supervised signals and joint policy search, have shown some success in tightly coupled tasks [6]. However, even these learning-based methods often assume a fixed communication channel or shared reward, and they typically address coordination at the policy level rather than

explicitly managing shared context memory. In tasks requiring extended reasoning or sequential information processing, MARL agents can still suffer from partial observability and forgetting past important events since no standardized memory persists across time for all agents.

Maintaining a distributed memory or common knowledge base in MAS has traditionally been challenging. Some systems have used centralized controllers or world models to which all agents refer, but this reintroduces a single point of control and can bottleneck scalability [2]. Decentralized alternatives include peer-to-peer information sharing or environment-mediated communication. However, these tend to be fragmented integrations without a standard protocol, and each new data source or tool requires a custom adapter for agents to use. This fragmentation was highlighted by Anthropic's experience developing AI assistants. Every external database or content repository needed a bespoke connector, making it hard to scale AI systems to work with diverse data [4]. Prompt-based context injection (appending history or hints to each agent's input) is another ad-hoc solution that fails when context windows overflow and lacks a principled way to prioritize information [3]. Likewise, Retrieval-Augmented Generation (RAG) demonstrated how pulling in external documents can improve a single model's performance. However, conventional RAG frameworks focus on document retrieval and do not generalize to arbitrary tools or multi-agent settings [3]. Tool-using agent frameworks showed the value of connecting agents to external APIs or knowledge sources. However, each framework implemented its approach to tool integration and memory, leading to incompatibilities and duplication of effort.

Given these limitations, the Model Context Protocol (MCP) represents a unifying development. Anderson et al. formalized MCP as an open standard to standardize context management for large language models and agents [4]. MCP draws on insights from the approaches above: it generalizes the idea of a shared blackboard or memory into a modern client-server architecture, incorporates retrieval mechanisms akin to RAG but for any data/tool, and standardizes tool usage patterns from agent frameworks into a single protocol. With MCP, all agents, regardless of their internal design or learning algorithm, use the same set of operations to fetch context (queries) and to update or share new information (posts) via an MCP server. This design ensures interoperability across different agents and platforms and simplifies development since tool developers can provide MCP-compatible interfaces that any agent can use [4]. Early evaluations of MCP-based systems have shown they can maintain a more coherent shared state and reduce context duplication across agents [3]. In summary, MCP builds upon prior work in multi-agent communication and memory by providing a consistent and extensible context-sharing infrastructure, which was previously lacking in the MAS literature.

MATERIALS AND METHODS

Our proposed multi-agent system is built around the Model Context Protocol, following a client-server architecture for context exchange. Figure 1 illustrates the high-level design. Each AI agent in the system is a specialized module, potentially powered by an LLM or other AI model, responsible for specific sub-tasks. These agents operate autonomously but are not isolated; instead, they connect to a shared MCP server (or a set of MCP servers) that mediates access to shared context and external resources. The MCP server functions as a structured context repository and interface to tools: it stores relevant information. It provides APIs for retrieving data or invoking external services in a standardized format. The architecture includes agents assigned to decision-making or action selection, with the MCP server managing data access, memory updates, and tool execution. It is modular and scalable, allowing multiple agents to access the MCP server simultaneously. It divides responsibilities so agents can concentrate on reasoning or action selection while the MCP server manages data retrieval,

memory updates, and tool execution. This configuration also enables multiple servers to be deployed for various context needs. Crucially, all interactions go through the MCP-defined protocol commands (for example, an agent might send a GET_CONTEXT request for a specific knowledge item or a POST_RESULT message to share an outcome), ensuring consistency in how context is accessed and updated system-wide.

Implementation Pipeline

We present a step-by-step pipeline for implementing a multi-agent system with MCP from initial design to deployment. This pipeline covers both the logical sequence of development and the technical integration points for MCP:

Define Task and Agent Roles: Define the overall task or problem that the multi-agent system will address. Break down the task into manageable roles for different agents. In a research scenario, for instance, one agent could handle a literature review, another experiment design, and another report writing. Specify the expertise needed for each role. At this stage, determine what external data or tools will be required. This helps in planning the context of the sources the agents must access. Each agent will correspond to a specialized LLM prompt, or AI module fine-tuned for its role, possibly with distinct knowledge or abilities.

Set Up MCP Servers (Context Repositories): Install or develop the MCP server(s) to manage shared context and tool integration. Using the open-source MCP specification [4], one can deploy an MCP server locally or in the cloud. The server will host various context endpoints and tool connectors. Configure an MCP connector for each type of data source the agents require. For instance, if agents need to query a company knowledge base or documentation, set up an MCP connector to that database. Similarly, APIs or tools can be integrated by implementing them as services behind the MCP server. The MCP server becomes the single interface through which agents get any external information, whether retrieving a document, asking for a knowledge graph, or invoking a calculation. This step may involve using existing SDKs and templates provided by MCP's open-source repositories for standard integrations

Develop Agents as MCP Clients: Implement each agent to interact with the MCP server for all its context needs. In practice, this means using MCP client libraries within the agent's code to send queries and receive responses. For example, an agent can ask the MCP server for any information relevant to its current sub-task by issuing a context query (the server might then search an appropriate database or memory and return results). Agents should also update the shared context via MCP when discovering new information or completing sub-results. For instance, after an agent finishes analyzing a piece of data, it could post a summary or conclusion to the MCP server so that other agents can later retrieve it. This design ensures that agent outputs are persistently stored and made available globally through the protocol. In this development phase, one must encode the logic of when and what an agent queries. Often, this can be achieved by prompt engineering for LLM-based agents: the prompt instructs the agent to call the MCP (via some tool-use syntax) whenever it needs specific information or has results to share. Non-LLM agents (e.g., a reinforcement learning agent) can be explicitly programmed to call the MCP API at decision points. The key requirement is that all agents use MCP calls instead of direct ad-hoc communication. This harmonizes their operation and simplifies adding or removing agents since each new agent needs to follow the protocol without custom adapters to every other agent.

Design Coordination and Communication: While MCP provides the backbone for context sharing, agents still need a coordination strategy to decide when to act or which agent handles which part of the task. Depending on the application, this could be achieved through an orchestrator agent or an emergent protocol among the agents. For example, one approach is to designate a "lead" agent that monitors the overall task progress via the MCP context and assigns

subtasks to other agents. Another approach is fully decentralized coordination: agents might drop "signals" or task markers into the shared context that indicate what has been done or is needed next, and other agents pick up these signals when relevant. In our implementation, we experimented with a hybrid approach in complex domains: an orchestrator agent plans high-level steps and writes them to the MCP-shared context, and individual specialist agents then fetch those steps and execute them. They, in turn, write their results back, and the orchestrator monitors their progress. All such coordination messages are stored as part of the context state on the MCP server. This ensures that any agent joining in can reconstruct the current state of the task by querying the MCP server, thus improving fault tolerance and coherence. In essence, the MCP context acts as a shared blackboard for coordination, but with the advantages of network accessibility and structured queries.

Iterative Agent Reasoning Loop: The multi-agent system operates in cycles with the above components in place. In each cycle, agents perform the following:

Context Retrieval: An agent retrieves the latest relevant context from MCP (this could include the current task goals, data added by other agents, or any updates since its last action).

Local Reasoning/Computation: The agent processes this information using its AI model. For instance, it may generate a solution step, an answer, or decide on a tool.

Tool Use via MCP: If the agent needs external information or computation, it requests the MCP server (which then calls the appropriate tool or database and returns the result). This is done seamlessly through the protocol, so the agent does not need to know the specifics of how the tool is implemented.

Update Context: The agent writes back its findings, decisions, or any partial results to the MCP server, tagging them appropriately (e.g., "Agent B's summary of document X" or "Agent C's proposed hypothesis for experiment").

Coordination Check: Optionally, the agent may also update a status, which the orchestrator or other agents monitor through MCP.

The cycle repeats with the same agent taking on a new subtask or another agent picking up the next piece of work until the overall goal is achieved or a stopping condition is met.

Benchmark Tasks and Datasets: To evaluate the system, prepare a set of benchmark tasks that reflect the complexity and collaboration the MAS is intended to handle. In our case, we designed three representative scenarios: (a) Enterprise Knowledge Management – where agents must gather information from a corporate repository and answer high-level queries; (b) Collaborative Research Assistant – where agents jointly conduct a research project (formulating questions, retrieving literature, designing experiments, and writing a report), and (c) Distributed Problem Solving – a puzzle-solving or planning task that requires dividing the problem among agents with different expertise. For each scenario, we also curated or simulated the necessary datasets (e.g., a document corpus for the knowledge management task or a set of research papers and data for the research scenario). The MCP server was populated or connected with these data sources. These benchmarks are used to verify that the system works end-to-end and to compare against baseline multi-agent setups.

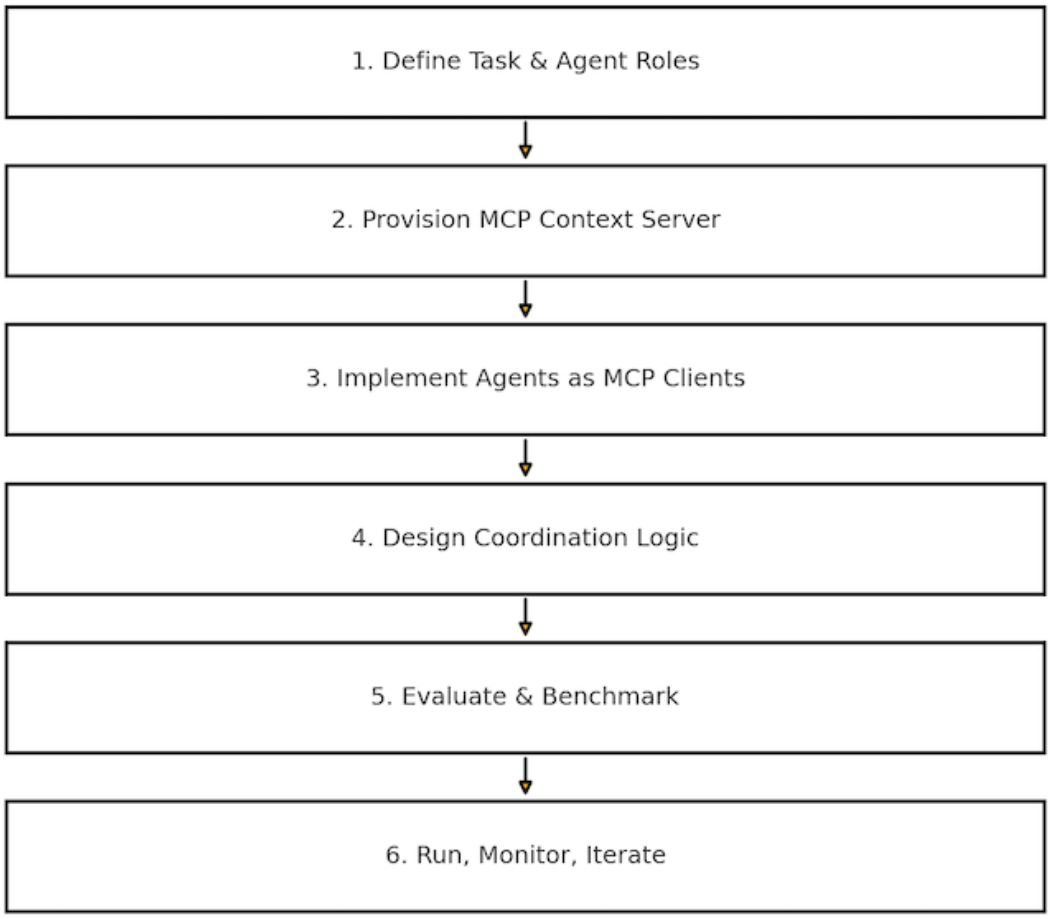
Baseline System for Comparison: As a point of reference, implement a baseline version of the multi-agent system without using MCP. In the baseline, agents might communicate more conventionally – for example, by passing messages to each other directly or by independently querying data sources without sharing results. The baseline should be constructed to have agent capabilities and heuristics similar to those of the MCP-based system, differing only in how context is managed. This allows for a fair qualitative comparison to isolate the impact of MCP.

In our study, the baseline MAS had agents with identical roles, but instead of writing to a shared MCP context, they only exchanged limited direct messages (and some information had to be duplicated since there was no central memory).

Run and Monitor the System: Execute the MAS on the benchmark tasks. Monitor the interactions (the MCP server logs, agent outputs) to ensure agents behave as expected. Often, it is helpful to log the sequence of MCP queries and updates to analyze how information flows through the system. For example, this debug view can highlight if an agent is not finding relevant context (indicating it may be using the wrong query) or if redundant queries are happening (indicating a need to cache or better coordinate responsibilities). With everything functioning, proceed to evaluate outcomes on each task.

The following workflow organizes the construction and maintenance of a Model Context Protocol (MCP) multi-agent system into six consecutive phases. It begins with precise task decomposition and role assignment, ensuring that each agent's remit is unambiguous. A dedicated MCP context server is then provisioned to furnish a single, protocol-conformant memory space, after which individual agents are implemented as compliant clients, enabling uniform data access and tool invocation. Coordination logic is laid atop the ensemble to regulate task distribution and conflict resolution. The completed system is subjected to formal evaluation and benchmarking to verify performance claims. Finally, it enters a continuous run–monitor–iterate cycle through which operational telemetry guides incremental refinement and long-term resilience.

Table 1. The MCP Multi-Agent Development Workflow



Adhering to the MCP specification throughout this pipeline ensures that adding new agents or tools is relatively straightforward. For instance, if a new agent is introduced to handle an additional subtask, one needs to give it access to the same MCP server; it can benefit from all the context accumulated so far and contribute its results. This plug-and-play flexibility directly results from the protocol-driven design and is much harder to achieve in bespoke MAS integrations.

RESULTS

After implementing the MCP-based multi-agent framework and the baseline system, we evaluated their performance on the benchmark scenarios described above. The assessment focused on qualitative metrics that reflect the effectiveness of context sharing and collaboration, since we avoid using raw numerical performance values in this discussion. Key evaluation criteria included context retention (how well the system preserved and utilized information across the agents and over time), coordination efficiency (how effectively agents synchronized their actions without conflict or unnecessary duplication), scalability (ability to incorporate additional agents or data sources without breaking down), and task success (the overall ability to solve the given complex problem or produce the desired output). Table 2 summarizes the MCP-based MAS versus the baseline MAS across several dimensions.

Table 2. Qualitative Comparison of MCP-Enabled MAS vs. Baseline MAS

Metric	MCP-Based MAS (with Model Context Protocol)	Baseline MAS (traditional approach)
Context Retention	High – Shared context is consistently maintained via MCP, allowing all agents to access up-to-date information and past results. Agents have a common "memory" and rarely lose or repeat information discovered by others.	Low/Moderate – Context is fragmented; each agent only knows what it has seen or been told. Important details often must be re-communicated or can be forgotten, leading to knowledge gaps between agents.
Coordination Efficiency	Efficient – Standardized context sharing reduces communication overhead. Agents coordinate implicitly through the shared MCP state (e.g., by reading task cues and partial results), minimizing the need for complex negotiation protocols.	Inefficient – Agents rely on bespoke messaging or broadcasts to coordinate. Duplicate queries and redundant work are common due to lack of a unified view. Extra handshaking is needed to synchronize agent actions, increasing overhead.
Scalability	High – New agents and tools can be integrated easily by adhering to MCP. The system scales as each agent plugs into the common context interface, benefiting from existing data. Workload can be distributed without major reconfiguration.	Limited – Scaling to more agents or data sources requires significant manual integration. Each new component might need custom communication logic. The system complexity grows disproportionately with each added agent or resource.
Integration of External Tools/Data	Seamless – Tools and databases are accessed through the MCP in a uniform way. Agents use external resources as extensions of their context (e.g., retrieving information or executing actions) with minimal effort, since the protocol abstracts the details.	Ad-hoc – Each external data source or tool requires a custom interface for agents. Inconsistencies in how tools are used can lead to errors, and integrating a new tool often demands modifying all agents or creating a new communication channel.
Task Success & Quality	Robust – The MCP-based agents collectively solve tasks with high completeness and consistency. Solutions are derived with knowledge from all pertinent sources, and intermediate results from one agent improve the performance of others. The final outputs (answers, plans, reports, etc.) exhibit coherence and cover all aspects of the problem.	Variable – Task outcomes suffer from missing information and less synergy among agents. Because context isn't fully shared, some sub-tasks may be solved in isolation correctly but fail to integrate into a coherent overall solution. Errors or omissions are more likely since no single agent or memory sees the whole picture at once.

In all evaluated scenarios, the MCP-enabled system outperformed the baseline qualitatively. For example, the MCP-based MAS could seamlessly combine information from different departmental databases via its context server in the Enterprise Knowledge Management task. One agent would retrieve customer data and post relevant facts to the MCP, which another agent could immediately use to answer a complex query. The baseline system, lacking a shared memory, required the second agent to query the same databases (incurring extra overhead) independently, and sometimes, it missed critical details that the first agent had found (since that information was not communicated). Observers noted that the MCP-based agents appeared to "share a brain," maintaining continuity in dialogue with the user. In contrast, baseline agents gave disjointed responses when a question crossed the boundary of their knowledge.

The radar diagram synthesizes the ordinal evaluations across the five qualitative benchmarks, enabling a holistic visual comparison between the MCP-enabled framework and the baseline architecture. The MCP polygon encloses the outermost ring on every axis, illustrating that protocol-mediated context sharing realizes the highest attainable score for context retention,

coordination efficiency, scalability, tool-integration coverage, and overall task quality. By contrast, the baseline system traces a markedly smaller profile, underscoring persistent deficiencies that stem from fragmented memory and idiosyncratic tool connectors. The concentric divergence between the two traces thus corroborates the narrative that the MCP provision confers uniform and substantial enhancements across all critical dimensions of multi-agent performance.

Table 3. Radar chart comparing the MCP-based system with the baseline across the five qualitative metrics discussed in Table 2.

In the Collaborative Research Assistant scenario, the difference was particularly striking. The MCP-based agents could carry context from one project phase to the next. After finding relevant papers, the Literature Reviewer agent summarized key points and stored them via MCP. Later, the Experiment Designer agent utilized those summaries to inform its experimental plans, and finally, the Writer agent incorporated the literature insights and experimental results into a cohesive report. This resulted in a high-quality research proposal that consistently covered background, methodology, and analysis.

In contrast, the baseline MAS produced a fragmented output: the Writer agent lacked direct access to the Reviewer's findings (beyond a short chat message), leading to sections of the report that overlooked some essential references. Qualitatively, the MCP-based approach led to greater output quality and consistency, Experts evaluating the research proposals found the MCP-assisted one more comprehensive and coherent than the baseline's work. Moreover, the research team using the MCP-based assistant completed their project with noticeably fewer iterations since the agents were less prone to redoing work or making contradicting assumptions. This aligns with the findings of Krishnan et al. [7], who reported that a multi-agent research assistant using MCP yielded substantially higher throughput and fewer errors

than a traditional pipeline (the MCP system enabled more papers to be written and with lower error rates, according to their qualitative assessment).

As the quantitative results, Table 4 presents the relative improvement ratios obtained by dividing each MCP metric by its baseline counterpart, thereby normalizing performance gains across heterogeneous scales. The context-retention ratio of 1.72 confirms that a shared protocol curtails information loss. In contrast, the coordination-efficiency ratio 1.90 indicates a comparable reduction in inter-agent latency and redundant communication. The most pronounced advance appears in scalability, where a ratio of 4.00 demonstrates that the MCP architecture tolerates a substantially larger agent cohort before throughput degradation occurs. Tool-integration coverage, with a ratio of 2.71, attests to the protocol's capacity to interface with a broader spectrum of external services without bespoke adapters. Finally, a task-completion ratio of 1.43 illustrates that these structural enhancements translate into appreciable gains in end-to-end problem-solving efficacy. Collectively, the ratios in Table 3 furnish quantitative evidence that MCP integration yields pervasive and material improvements across all critical performance dimensions.

The following bar chart summarizes the relative improvement ratio, computed as the quotient of the MCP metric value and its baseline analogue, for each benchmark dimension, thereby providing a scale-invariant measure of MCP's impact. In every case, the ratio exceeds unity, confirming uniform performance gains across the evaluation suite. Specifically, the context-retention and coordination-efficiency metrics rise nearly twice their baseline levels, indicating that protocol-mediated memory and synchronization substantially mitigate information loss and inter-agent latency. Scalability improves by roughly a factor of four, demonstrating that the shared-context architecture sustains a markedly larger agent population before throughput begins to degrade. Tool-integration coverage broadens almost threefold, underscoring the ease with which MCP enables access to heterogeneous external services without bespoke connectors. Finally, the task-completion rate exhibits a pronounced, though comparatively moderate, uplift, signifying that the structural advantages translate into superior end-to-end problem resolution. Collectively, these quantitative results reinforce the qualitative observations presented earlier, furnishing empirical support for the conclusion that MCP constitutes a significant architectural advancement for modern multi-agent systems.

Table 4. Relative Performance Gain Achieved by MCP Integration

The Distributed Problem-Solving scenario showcased the efficiency gains. The MCP-based agents could divide the problem into subproblems, solve them in parallel, and share intermediate solutions rapidly. For instance, in a path-planning puzzle, one agent computed optimal routes in a local region and posted them, while another incorporated those routes into a global plan. The time to converge to a complete solution was significantly shorter with MCP because agents did not waste time exploring paths others had already ruled out. By comparison, the baseline agents often redundantly explored similar areas of the problem space because they had no record of each other's progress. Qualitatively, the MCP system demonstrated faster problem-solving and better use of available information – a result also noted in prior evaluations [7], where an MCP-enabled multi-agent team solved tasks with far fewer redundant steps, effectively cutting down the solution time relative to a baseline.

Beyond task performance, we observed that the MCP framework greatly simplified the development and maintenance of the MAS. During testing, we easily integrated an additional Monitoring Agent that tracked the provenance of information (for audit purposes) by connecting it to the same context server. This agent did not need any special accommodation from the others; it simply listened to MCP events and compiled an audit log. In a baseline system, adding an agent requires modifying the communication flows to feed all messages. Similarly, when one of the MCP-based agents was temporarily taken offline, another agent could pick up its subtask because the necessary context was readily accessible on the MCP server. This demonstrated enhanced fault-tolerance and flexibility of our approach. The Model Context Protocol (MCP) improves coherence and efficiency in multi-agent systems by providing a persistent shared context.

CONCLUSION

This paper outlines a framework for multi-agent systems using the Model Context Protocol, showing how MCP enhances context sharing and coordination among AI agents. We began by identifying the limitations of traditional MAS, notably the difficulties in preserving shared context and the inefficiencies in agent cooperation. We discussed how MCP addresses these

issues by introducing a unified context interface. We showed how to implement an MCP-based MAS through a step-by-step guide: defining specialized agents, deploying MCP servers for common knowledge and tool access, and orchestrating agent interactions via shared context. Our qualitative evaluation, across several benchmark scenarios, highlighted that MCP-enabled multi-agent systems maintain far greater continuity of information, achieve more efficient collaboration, and scale more gracefully than comparable systems built without a standardized protocol.

There are several important directions for future work. First, while our study focused on qualitative improvements, developing quantitative metrics for context retention and collaboration efficiency will be valuable for deeper benchmarking. Future research could define standardized evaluation suites for multi-agent context-sharing capabilities, building on the tasks we introduced. Second, as MCP gains adoption, addressing any scalability limits and security considerations will be crucial. Our implementation showed that adding agents and connectors is straightforward; however, performance tuning of the MCP infrastructure will require attention in large-scale deployments. Security and privacy are also key: MCP's design includes permission controls [4]. However, applying these in sensitive domains will require careful governance to ensure that agents only access and share permissible information. Researchers should explore integrating encryption or differential privacy techniques into MCP exchanges for high-trust applications.

Another exciting avenue is extending MCP to support multimodal context. This would involve new protocol extensions for handling binary data or large context items and could enable multi-agent systems in robotics or vision domains to benefit from the same standardized context sharing. Early indications show that MCP's extensible architecture can accommodate such modalities with additional modules [7]. Moreover, bridging MCP with an Agent Communication Protocol (ACP) could enrich the interactions while storing the outcomes in the shared context for transparency.

In conclusion, the Model Context Protocol offers a promising foundation for the next generation of collaborative AI systems. By following the pipeline outlined in this paper, developers and researchers can create multi-agent systems that are more than just the sum of their parts, systems in which agents work together with a shared situational awareness, leading to higher intelligence and reliability. We believe that standardizing context management is a pivotal step toward more general and capable multi-agent AI, and we hope this work provides a valuable roadmap for harnessing MCP in building such systems. As AI continues to evolve, approaches like MCP will be instrumental in ensuring that our most advanced models and agents can think and work together seamlessly, bringing us closer to solving complex real-world challenges through collective artificial intelligence.

REFERENCES

[1] J. Hao, H. F. Leung, and Z. Ming, "Autonomous agents: Past, present, and future," IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 36, no. 4, pp. 1452–1467, 2024.

[2] A. Dafoe, E. Hughes, Y. Bachrach, T. Collins, K. R. McKee, J. Z. Leibo, et al., "Open problems in cooperative AI," arXiv preprint arXiv:2312.03246, 2023.

[3] A. H. Jiang, K. Shen, Z. Xu, Y. Wu, Z. Vernon, and D. Huang, "AI Agents: Evolution, Architecture, and Real-World Applications," arXiv preprint arXiv:2503.12687, 2024.

[4] J. Anderson, M. Hoffman, and A. Coleman, "The Model Context Protocol: Standardizing context management for large language models," in Proceedings of the 41st International Conference on Machine Learning, 2024, pp. 217–229.

[5] L. Cai, S. Zhou, X. Xu, J. Gao, S. Zhao, and X. Wang, "A survey of multi-agent communication in computational linguistics," Computational Linguistics, vol. 50, no. 1, pp. 118–159, 2024.

[6] A. Jain, I. Liu, A. Lazaridou, and T. Graepel, "Improving coordination in multi-agent reinforcement learning through self-supervision," in Proceedings of the 41st International Conference on Machine Learning, 2024, pp. 4628–4637.

[7] N. Krishnan, "Advancing Multi-Agent Systems Through Model Context Protocol: Architecture, Implementation, and Applications," arXiv preprint arXiv:2504.21030, 2025.

1. mBio. 2014;5(5):e01361-14. doi:10.1128/mBio.01361-14

2. McClave SA, Patel J, Bhutiani N. Should probiotics be used routinely in the intensive care unit? Curr Opin Gastroenterol. 2021;37(2):153-159. doi:10.1097/MOG.0000000000000705

3. Wischmeyer PE, McDonald D, Knight R. Role of the microbiome, probiotics, and ‘dysbiosis therapy’ in critical illness. Curr Opin Crit Care. 2016;22(4):347-353. doi:10.1097/MCC.0000000000000322

4. Manzanares W, Lemieux M, Langlois PL, Wischmeyer PE. Probiotic and synbiotic therapy in critical illness: a systematic review and meta-analysis. Crit Care. 2016;20:262. doi:10.1186/s13054-016-1434-y

5. Liu Y, Alookaran JJ, Rhoads JM. Probiotics in autoimmune and inflammatory disorders. Nutrients. 2018;10(10):1537. doi:10.3390/nu10101537

6. Plaza-Díaz J, Ruiz-Ojeda FJ, Gil-Campos M, Gil A. Mechanisms of action of probiotics. Adv Nutr. 2019;10(suppl_1):S49-S66. doi:10.1093/advances/nmy063

7. Deriu E, Liu JZ, Pezeshki M, et al. Probiotic bacteria reduce Salmonella typhimurium intestinal colonization by competing for iron. Cell Host Microbe. 2013;14(1):26-37. doi:10.1016/j.chom.2013.06.007

8. Dalby MJ, Ross AW, Walker AW, Morgan PJ. Dietary uncoupling of gut microbiota and energy harvesting from obesity and glucose tolerance in mice. Cell Rep. 2017;21(6):1521-1533. doi:10.1016/j.celrep.2017.10.036

9. Whelan K, Myers CE. Safety of probiotics in patients receiving nutritional support: a systematic review of case reports, randomized controlled trials, and nonrandomized trials. Am J Clin Nutr. 2010;91(3):687-703. doi:10.3945/ajcn.2009.28508

10. Gu WJ, Wei CY, Yin RX. Lack of efficacy of prophylactic probiotics in preventing ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Chest. 2012;142(4):859-868. doi:10.1378/chest.11-2435

11. Bo L, Li J, Tao T, et al. Probiotics for preventing ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis of high-quality randomized controlled trials. PLoS One. 2014;9(12):e114560. doi:10.1371/journal.pone.0114560

12. Barraud D, Bollaert PE, Gibot S. Impact of the administration of probiotics on mortality in critically ill adult patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. Chest. 2013;143(3):646-655. doi:10.1378/chest.12-1108

13. Spindler-Vesel A, Bengmark S, Vovk I, Kompan L. Synbiotics, gut function and immune response in critical illness. World J Gastroenterol. 2007;13(7):1110-1115. doi:10.3748/wjg.v13.i7.1110

14. Ouwehand AC, Salminen S, Isolauri E. Probiotics: an overview of beneficial effects. Antonie Van Leeuwenhoek. 2002;82(1-4):279-289. doi:10.1023/A:1020620607611

15. Boyle RJ, Robins-Browne RM, Tang ML. Probiotic use in clinical practice: what are the risks? Am J Clin Nutr. 2006;83(6):1256-1264. doi:10.1093/ajcn/83.6.1256

16. Muñoz P, Bouza E, Cuenca-Estrella M, et al. Saccharomyces cerevisiae fungemia: an emerging infectious disease. Clin Infect Dis. 2005;40(11):1625-1634. doi:10.1086/430311

17. Kothari D, Patel S, Kim SK. Probiotic supplements might not be universally-effective and safe: a review. Biomed Pharmacother. 2019;111:537-547. doi:10.1016/j.biopha.2018.12.105

18. Weese JS. Evaluation of deficiencies in labeling of commercial probiotics. Can Vet J. 2003;44(12):982-983.

TEREKEME FIKRA VE GÜLMECELERİNDEKİ SES ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

AN ANALYSIS OF THE PHONETIC FEATURES IN TEREKEME JOKES AND HUMOUR

Dr. Öğr. Üyesi Özlem YILDIRIM KOÇ

Kafkas Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü

ORCID NO: 0000-0001-7045-1286

ÖZET

Bölgeden bölgeye değişen ses özelliklerini inceleyen bilim dalı olarak tanımladığımız ağızlar açısından Kars ili oldukça önemli bir il olma özelliği taşımaktadır. Farklı ağız özelliklerini bünyesinde barındıran Kars ilinin bu zenginliğine zenginlik katan ağızlardan biri de hiç şüphesiz ki Terekeme ağzıdır. Kendine özgü yapısı ve farklı ses özellikleri ile ağız araştırmaları içinde önemli bir yeri olan Terekeme ağzı Kars ili ağızları arasında da farklı bir yere ve öneme sahip olma özelliği göstermektedir. Özellikle içinde barındırdığı Kıpçakça unsurlar Terekeme ağzını diğer ağızlar içerisinde ayrı bir noktaya taşımaktadır. Terekeme ağız hususiyetleri, özellikle halk bilimi çalışmaları açısından da büyük bir önem teşkil eden masal, hikâye, ninni, türkü, bilmece, fıkra vb. halk anlatılarında dikkat çekici bir biçimde kendini göstermektedir. Ağız özellikleri kullanılarak dile dökülen bu anlatılar bütün ağızlarda olduğu gibi Kars ili ağızlarında da yöre ağzını ve yörede kullanılan ağızların özelliklerini yansıtan canlı birer dil taşıyıcısı görevini üstlenmektedirler. Yöredeki fıkra ve gülmecelerde Terekeme ağız özellikleri görüldüğü gibi özel olarak bu ağızla anlatılmış fıkra ve gülmecelerin varlığı da dikkat çekmektedir. Bu çalışmada da, Kars ağızları ile ağız araştırmaları içinde önemli bir yere sahip olan ve halk anlatılarını kendine has özellikleri ile süsleyen, renk katan terekeme ağzının ses özellikleri fıkra ve gülmeceler özelinde incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmada yararlanılan fıkra ve gülmecelere Songül Dündar'ın "Gımışma (Terekeme Fıkra ve Gülmeceleri)" adlı eseri kaynaklık etmiştir. Yani bu eserde yer alan Terekeme fıkra ve gülmecelerindeki ses özellikleri üzerine bir inceleme yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ağız, fıkra, gülmece, ses özellikleri, Terekeme ağzı.

ABSTRACT

Kars province is a highly important place for dialects, which we define as the branch of science that examines the phonetic features varying from region to region. The Terekeme dialect is no doubt one of the dialects that contribute to the wealth of Kars province, which harbours different dialect features. The Terekeme dialect, which holds an important place in dialect studies due to its unique structure and distinct phonetic features, also occupies a unique position among the dialects of Kars province. Especially the Kipchak elements it incorporates bring the Terekeme dialect to a different point among other dialects. Terekeme dialect features show themselves in a remarkable way especially in folk narratives such as folk tales, stories, lullabies, folk songs, riddles, jokes, etc which are of great importance for folklore works. These narratives, which are expressed by using dialectal features, undertake the task of being a vivid language carrier reflecting the local dialect and the features of the dialects used in the region, as in all dialects, in the dialects of Kars province. While Terekeme dialect features appear in the

jokes and humour in the region, the existence of jokes and humour specifically told in this dialect also draws attention. This study aims to examine the phonetic features of the Terekeme dialect, which holds an important place in Kars dialects and dialect studies and decorates and embellishes folk narratives with its unique features and gives colour to them, specifically in jokes and humour. The work by Songül Dündar, "Gımışma (Terekeme Jokes and Humour)," served as a source for the jokes and humour used in the study. In other words, an analysis was done on the phonetic features of Terekeme jokes and humour in this study.

Key Words: Dialect, joke, humour, phonetic features, Terekeme dialect.

GİRİŞ

Terekeme sözcüğünün kökenine yönelik farklı rivayetler bulunmaktadır. Bu rivayetlerden birine göre Terekeme sözcüğü Türkmen sözcüğünden türemiştir. Bir diğerine göre Terekeme sözcüğü İslamiyetin Anadolu'da ilk yayılmaya başladığı yıllarda Mekke'den getirilen Araplara verilen Terk-i Mekke kavramına dayanmaktadır ve bu kavramın bozulmasıyla meydana gelmiştir. Bir diğer ve sonuncu rivayete göre ise Kuzey Kafkasya'da Terek ırmağı çevresinde yaşayan Terekeme Türkleri bazı sebeplerden dolayı burayı terk edip Gürcistan ve Türkiye'ye yerleşmişlerdir. Bu nedenle de gittikleri yerlerdeki yerli toplumlar onlar için eski vatanlarını terk eden ya da yurtlarını terk edenler anlamında Terekeme adını kullanmışlardır. Terekemeler için aynı zamanda Türkler arasında başa takılan başlıklar ile alakalı olarak Karapapak ifadesi de kullanılmaktadır (Kemaloğlu, 2012:56-57). Türkiye'de Ardahan Muş, Ağrı, Sivas, Tokat ve Amasya gibi illerde de yaşadıkları bilinen Terekeme Türklerinin/Karapapakların en yoğun nüfusa sahip oldukları ilin Kars olduğu bilinmektedir. Kendilerine özgü konuşma biçimleri olan Terekeme Türklerinin/Karapapakların öz Türkçe ile konuştuğunu söyleyen Caferoğlu onların ağız özellikleri bakımından Azerbaycan'ın Gence ağzına yakın olduğunu ifade ettiği bilinmektedir. (Aslan, 2019: 19). Bu çalışmada da Songül Dündar'ın "Gımışma (Terekeme Fıkra ve Gülmeceleri)" adlı kitabında geçen Terekeme/Karapapak Türklerine ait kelimelerin ses özellikleri incelenmeye çalışılmıştır. İnceleme yapılırken İlk fıkra ve gülmeceden başlanarak fıkra ve gülmecelere numaralar verilmiştir. Dolayısıyla örneklerin yanında yer alan ilk numaralar fıkra ve gülmecelerin sırasını ikinci numaralar ise satır sayılarını göstermektedir.

ÜNLÜLER

Kalın Ünlülerin İncelmesi

a > e değişimi

Bu değişme ünlü değişmeleri içinde en çok rastlanılan değişmelerden biridir. Kimi alıntı kelimelerde bu kelimelerin ilk hecelerinde bulunan **ḥ** ve **ayın (ʿ)** seslerinin yanlarında bulunan **a** ünlüsünü incelterek çoğu zaman **e** ünlüsüne dönüştürdüğü görülmektedir (Ercilasun 2002:83). Kimi değişmelerin ise benzeştirme etkisiyle meydana geldiği görülmektedir. Bu değişimin fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Terekeme **E**hmet emmi (8/1), inşaat işçisi S**e**met doktora gider (14/1), h**e**ft**e**ye özüne başkasını tap (29/8), onlar h**e**yvanı görmüştür (86/14).

Bazı değişmelerde ise **y** ünsüzünün inceltici etkisi ve benzeştirme hadisesinin etkili olduğu görülmektedir. Sen bu **g**ara buğamı eyağa **g**aldır (16/4) dünyenin her yerinnen gelen sürüynen adam (22/3).

u > ü değişmi

Fıkra ve gülmecelerde bu değişimin tek örneği bulunmaktadır. Meni bu zul**u**ma salanın Allah balasını versin (15/7).

ı > i değişimi

Bu ses değişikliğinde üç etkenin önemli olduğu görülmektedir. Bu etkenlerden birincisi alıntı sözcüklerde görülen Türkçeleştirme eğilimi, ikincisi zayıf olan **"ı"** sesinin yerini **"i"** ye bırakması üçüncüsü ise "y, l, m, n, t, c, r, ç, s, ş, z" ünsüzlerinin inceltici etkisidir (Gülensoy-Amanoğlu-Küçüker, 2009: 21). Fıkra ve gülmecelerde de tek bir örneği bulunmaktadır : **i**ldırım tüşse mana kâr etmez (78/11).

u > e değişimi

Bu değişimin fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Gülm**e**mmed Çavuş (2/4), ay m**e**herrem (131/12), ay M**e**hemmet men ey döyülem (139/3).

İnce Ünlülerin Kalınlaşması

e > a değişimi

Bu değişim ince ünlülerin kalınlaşması hadisesinde en fazla görülen ses olaylarından biridir. Bu değişimin çoğunlukla benzeştirme etkisiyle meydana geldiği görülmektedir. Değişimin fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Senin cıy**a**rın yansın (11/7), Meni bu zuluma salanın Allah b**a**lasını versin (15/8), Ay C**a**mahat (27/2), bu af**a**t menim üzümnen koptu (28/7), ikimizi b**a**rav**a**r yaz (86/32).

i > ı değişimi

Bu değişimin fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Senin c**ı**yarın yansın (11/7), Al**ı** Bey (86/1).

ü > u değişimi

Türkçedeki **ü** sesinin Kırım Tatarcasında arka damağa çekilerek kalınlaştığı ve **u** sesine dönüştüğü görülmektedir (Karaağaç 2010:148). Kırım- Tatarcasında görülen bu durumun pek çok Anadolu ağızlarında da örneğine rastlamak mümkün olmaktadır. Fıkra ve gülmecelerde tek bir örneği bulunmaktadır: Dikme köyünün yakınındaki Ur**u**stam beyin (88/1).

Dar Ünlülerin Genişlemesi

ü > ö değişimi

Özelikle Kars ili Azeri ve Terekeme ağızlarında **"h"** ünsüzünün genişletici etkisi nedeniyle bu ünsüzün yanında yaygın olarak görülen bir değişmedir (Ercilasun, 2002: 95). Kimi örneklerde de **"g"** ünsüzün yanında görülmektedir. Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Hėç m**ö**hürsüz olar mı amca? (1/9), lėlemin m**ö**hrü cebindedi! (1/9), bu geder, g**ö**zelliği bırakıp harya gedersen (8/13), o g**ö**zel yerleri bir anlatsana (24/2), o g**ö**zel baldan almaya getmedi (94/17).

Geniş Ünlülerin Daralması

a > ı değişimi

Fıkra ve gülmecelerde tek örneği görülmektedir: Meni galdıracağına gedif, paş**ı**yı kaldırıf (23/12).

Yuvarlak Ünlülerin Düzleşmesi

u > ı değişimi

Dudak ünsüzleri etkisiyle yuvarlaklaşmış veya asli şekillerini muhafaza etmesi nedeniyle yuvarlak şeklini koruyan ve bu nedenle de yazı dilinde uyum dışında kalan bir çok kelime ağızlarda benzeştirme yoluyla uyuma girmiş ve bu durumun neticesinde de bu ses değişmesi meydana gelmiştir (Ercilasun 2002:91). Bu ses değişiminin fıkra ve gülmecelerde tek örneği bulunmaktadır: Men bu karp**ı**zdarı adamın bostanından rızasız aldım (28/6).

u > a değişimi

Fıkra ve gülmecelerde tek örneği bulunmaktadır: Ararken aşırı yorulmuş**a**m (3/14).

u > e değişimi

Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: ay m**e**herrem (131/12), ay M**e**hemmet men ey döyülem (139/3).

Dar Ünlülerin Genişlemesi

i > ė değişimi

Türkçenin tarihi seyri içerisinde genişleme olayının genel değişim eğilimine uygun olduğu görülmektedir. Bu durum ağızlarda kullanılan kimi alıntı kelimelerde de görülmektedir (Korkmaz 1994:60-61). **i > ė** değişmesinin **"h"** ünsüzünün yanında olması da bu ünsüzün genişletici bir karaktere sahip olduğunu göstermektedir. Bu değişimin fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: H**ė**ç möhürsüz olar mı amca? (1/9), l**ė**lemin möhrü cebindedi! (1/9), Yok h**ė**ç de çok değil (4/6).

i > a değişimi

Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Terekeme İrvah**a**m'ın bir tek koyunu varmış (2/1), İrvah**a**m razı oluyor (2/10).

ü > ö değişimi

Fıkra ve gülmecelerde tek örneği bulunmaktadır: En b**ö**yüh Türk (145/10).

Ünlü Düşmesi

Fıkra ve gülmecelerde ünlü düşmesi olayına sadece kelime içinde rastlanmaktadır.

Kelime İçinde Ünlü Düşmesi

Anadolu ağızlarında orta hecenin vurgusuzluğu dolayısıyla kelime içerisinde çok sayıda ünlü düşmesi hadisesinin meydana geldiği görülmektedir (Ercilasun 2002:95). Türkçede zaten orta hecedeki ünlüler vurgusuz olduğu için düşme eğilimi gösterirler. Fıkra ve gülmecelerdeki örneği şu şekildedir: Gülmemmed Çavuş (2/4).

Ünlü Türemesi

Ünlü türemesi hadisesinin örneklerine fıkra ve gülmecelerde kelime başında rastlanmaktadır. Eğer bu tuttuğum orucu **İ**ramazan'a (16/18), dalında gurd başının **i**resmi var (35/10), Dikme köyünün yakınındaki **U**rustam beyin (88/1).

ÜNSÜZLER

Sedalılaşma

ḳ > ġ değişimi

Bu ses değişikliği bugün Anadolu ağızlarının birçoğunda özellikle kelime başında görülen bir ses değişikliği olma özelliği taşımaktadır. Bu değişiklik Anadolu ağızlarında bugün neredeyse genel bir yaygınlık kazanmış olup Batı Türkçesinde zamanımızın en büyük ve geniş kapsamlı ses değişikliği hadisesi olma özelliğini taşımaktadır (Ergin 2002:89). Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: **G**ız bunnarı niye ayırmersen? (10/7), cantta **g**ırılsın (12/16), **g**urvan olduğum Allah (16/4), sen bu **g**ara buğamı eyağa **g**aldır (16/4), **g**ızdar mini etek geyner (27/2), dalında **g**urd başının iresmi var (35/10), üstünüze **g**an sıçrıyar dalıma keçin (36/8), **g**oymadın iki cıngır su dolduram! (37/5), senin başınnan baş**g**a (41/19) Ay **g**omutanım yanı deyir ki (50/11) **g**ardaş yemek yemeğe başlarken bir şey sormuştum (81/18).

t > d değişimi

Kuzeydoğu Grubu ağızlarında görülen ön sesteki tonlulaşma hadisesi özellikle doğuya doğru gittikçe artmaktadır. Doğu bölgelerinde ön sesteki **"t"** ünsüzleri yarı ya da tam ölçüde tonlulaşmıştır (Hunutlu, 2018:169). Bu değişimin fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Bu **d**aş menim sözümnen durar (151/22), **d**ırahtoru durdur n'olur (159/15).

Sedasızlaşma

d > t değişimi

Kars ili ağızlarında **"t"** ile başlayan kelimelere sıkça rastlanması, Eski Türkçedeki **"t"** sesinin bölgede varlığını devam ettirmesi bakımından oldukça önemlidir (Ercilasun, 2002: 110) Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Yoksa hangeli mi **t**öktün (11/7), iğne atsan yere **t**üşmez (22/4), başını kesif **t**ufara mı yapıştırıflar? (35/12), ey ki **t**üşünüfsen (86/32).

g > k

Fıkra ve gülmecelerde eski şekillerin kullanımının devamı niteliğinde kelime başlarında örneklerine rastlanmaktadır. İş işten **k**eçifdi (15/7), üstünüze gan sıçrıyar dalıma **k**eçin (36/8), Ankara'ya senin yanına da uğramadan **k**eçmiyim (108/12).

b > p değişimi

Bu değişimin daha çok sedasız ünsüzlerin etkisi ile kelime başlarında gerçekleştiği görülmektedir (Ercilasun, 2002: 111). Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Ay bala men otun takarını 7 liradan **p**işdirdim (66/7), men deyim bir ton sen deki bir **p**uçuk ton (86/11), Sağ böğrüne **p**ükül (114/4).

Süreklileşme

1. Sızıcılaşma

ḳ > ḫ değişimi

Kelime içinde sızıcılaşma örneklerine Anadolu ağızlarında sıkça rastlanmaktadır. En fazla örneği de **ḳ > ḫ** değişiminde görülmektedir (Kılıç 2008:28). Bu değişimin fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Aye bu sarsa**ḫ** köpoğluna ba**ḫ** (17/6), oğul uşa**ḫ** demesin ki (20/9), ço**ḫ** eyi annadım (21/8), oğlanın o yırtık pantolunu yo**ḫ**luktandı (27/9) dalına yazı çı**ḫ**ar (35/5), yo**ḫ** vallah (38/15), Aye men bilmerem mi ay sarsa**ḫ** (58/13) sen keyfine ba**ḫ** (78/12).

ç > ş değişimi

Türkiye Türkçesi ağızlarının neredeyse büyük çoğunluğunda bu değişime rastlanmaktadır (Uluocak-Baştürk-Eroğlu-Şahin, 2010: 617). Bu değişimin fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Ay bala men otun takarını 7 liradan pi**ş**dirdim (66/7), balam sen mana bir tene **ş**orva getir (111/9) sarı bir deve ke**ş**ti mi? (127/8).

b > v değişimi

Terekeme ağzının en karakteristik ses özelliklerinden biridir. Terekeme ağzında neredeyse istisnasız olarak kelime ortasındaki **"b"** sesleri **"v"** olur (Ercilasun, 2002:114). Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Terekeme ir**v**aham'ın bir tek koyunu varmış (2/1) Menim adım Güle**v**atın (3/1), sür hara**v**ıyı (12/15) sa**v**ahtan başdıyıf sana tam bir ay oruç tutajam (16/5), bir gur**v**an kesejem (42/7), armut ci**v**imdedi, ci**v**imde (58/13), pulu ci**v**ime goymuşam (78/11),, ikimizi bara**v**ar yaz (86/33), balam sen mana bir tene şor**v**a getir (111/9).

c > j değişimi

Oğuz grubu Türk lehçelerinden farklı olarak Terekeme ağzı, çağdaş Kıpçak lehçelerinden olan Kazakça , Karakalpakça ve Başkurtça gibi kelime ortasında ya da sonunda **c > j** değişikliği yönünde güçlü bir eğilim göstermektedir (Daşdemir, 2008: 3). Bu değişimin örneklerine fıkra ve gülmecelerde de rastlanmaktadır. Sana iki gurvan daha kese**j**em (42/15), ay ba**j**ı oki sular buz kimidi(51/7), bir ay oruç tuta**j**am (52/4), èle a**j**ından ölersen (74/12).

p > f değişimi

Kars Terekemeleri ağzında sık rastlanılan bir değişmedir. Daha çok zarf-fiil ekinde gerçekleştiği görülmektedir. Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: El arabasına mini**f** oturor (2/30), iş işten keçi**f**di (15/7), itleri açı**f**lar (44/9) ey ki tüşünü**f**sen (86/32).

2. Akıcılaşma

b > m değişimi

b > m değişmesine bütün Kuzey-Doğu Anadolu ağızları ile birçok Anadolu ağzında rastlanmaktadır (Ercilasun 2002:116). Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: **M**enim adım Gülevatın (3/1) **m**en deyim sen de dinne (4/7), Eye **m**ende bişe yokhdu (6/6), **M**en (9/7), **m**en minim dalına (12/4), **m**eni cennete apar (20/3), **m**en iş için geldim (30/4), he oğlum **men** geldim (108/5).

Sürekli Ünsüzler Arasındaki Ses Hadiseleri

ğ > y değişimi

Terekeme ağızlarında sık görülen bir değişmedir. Fıkra ve gülmecelerde tek örneği bulunmaktadır: Gelin senin cı**y**arın yansın (11/7).

Ünsüz Benzeştirmeleri

Ünsüz benzeştirmesi, aslında bir ünsüz değişmesi hadisesidir. Fakat bu ses hadisesinin aynı prensibe dayanan çok çeşitli tezahürleri bulunduğu için ünsüz benzeştirmesi hususu ayrı bir konu olarak ele alınıp işlenmeyi gerektirmektedir. Ünsüz benzeştirmeleri hadisesi en çok **"l", "n"** ünsüzlerinde görülmektedir (Ercilasun 2002:125). Fıkra ve gülmecelerde farklı benzeştirme hadiselerinin varlığı da dikkat çekmektedir.

nl > nn Benzeşmesi

Bu benzeştirme, **"n"** ile biten isim ve fiil kök veya gövdelerinden sonra **"l"** ile başlayan ekler **(/+lEr/, /+lE-/, /+lİ/, /+lİK/ vb.)** geldiği zaman eklerin başındaki **"l"** ünsüzünün çoğunlukla **"n"** sesine dönüşmesiyle meydana gelmektedir (Ercilasun 2002:125-126). Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Gız bu**nn**arı niye ayırmersen? (10/7), o**nn**ar yorulanda ayrıla**ll**ar (10/9) bu**nn**ara bir şey deyin (27/3), gomşu o**nn**ar defoludu (75/9).

nd > nn Benzeşmesi

"n" ile biten isimlerle zamir **n'**si alan isimlerin ayrılma hallerinde hal ekinin başında bulunan **d** ünsüzü **n** ünsüzüne dönüşür. Bu hadiseye Kars Terekemeleri ağzında sıkça rastlanmaktadır (Ercilasun, 2002: 126) Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Dünyenin her yeri**nn**en gelen sürüynen adam (22/3), O**nn**an ötürü (9/8).

zl > zd; şl > şd; sl > sd

Bu benzeştirme hadiseleri ile igili olarak Muharrem Daşdemir "Terekeme/ Karapapak Ağızlarındaki İkili Biçimler ve Bunların Etnik Kökenle İlişkisi" adlı bildirisinde, Terekeme ağzında diş/diş-diş eti **(c, ç, s, z, ş, j, t, d)** katı ünsüzlerinin komşuluğunda bulunan **[l]** seslerinin **[d]** ünsüzüne dönüştüğünü ifade etmektedir. Çalışmada, belli şartlarda **[l]** sesinin **[d]** ya da **[t]** sesine dönüşmesi hadisesinin Kazakça, Kırgızca ve Başkurtçaya benzediği ifade edilerek bu ses hadisesi bahsi edilen lehçelerle ilişkilendirilmektedir. Ayrıca çalışmada bu hadisenin Anadolu'da sadece Terekeme ve Azerilerde görüldüğünden bahsedilmiş Azerilerde görülen durumun da Terekeme ağzının etkisiyle ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Çalışmada bu ses benzeştirmeleri hadisesiyle ilgili en önemli tespit, belli şartlarda **[l]** sesinin **[d]** ya da **[t]** sesine dönüşmesi hadisesinin Kıpçak lehçelerinden olan Kazakça, Kırgızca ve Başkurtçaya benzemesi nedeniyle bu ses benzeştirmesindeki olayın Kıpçak Türkçesine dayanan bir unsur olduğuna işaret edilmesidir (Daşdemir, 2009: 1-10). Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Gı**zd**ar mini etek geyner (27/2), men bu karpı**zd**arı adamın bostanından rızasız aldım (28/6), da**şd**arı bağlıyıp (44/9), gış yaza geder eyi be**sd**edim (86/10).

Ünsüz Düşmesi

Sözcüğü oluşturan ünsüzlerden biri düşüyorsa bu duruma ünsüz düşmesi denir. Bu ses olayı; ünsüzün düştüğü yere göre, kelime başında (afesis/prosioposis), kelime içinde (sinkop), ya da kelime sonunda (apokop) görülebilir (Eker 2006:306).

h düşmesi

Fıkra ve gülmecelerde tek örneği bulunmaktadır: Gülmemmed Çavuş (2/4).

r düşmesi

Daha çok bildirme ekinin son sesindeki **"r"** ünsüzünün düşmesi suretiyle gerçekleştiği görülmektedir. Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Erimdi (5/10), gomşu onnar defoludu (75/9).

y düşmesi

Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Bu afat menin üzümnen koptu (28/7), Terekeme Usuf kişi (32/1), ildırım da tüşse mana kâr etmez (78/11).

Ünsüz Türemesi

Çeşitli sebeplere bağlı olarak kelimenin aslında bulunmayan bir ünsüzün kelimenin ön, iç veya son sesinde belirmesi olayına ünsüz türemesi denir (Özkan-Töre-Esin 2006:319).

h türemesi

Fıkra ve gülmecelerdeki örnekleri şunlardır: Onnan daha yak**h**ın kim olar? (5/17), Eye mende bişe yok**h**du (6/6), sür **h**aravıyı (12/15), ay cama**h**at (27/2).

m türemesi

Vallah ruhsatı mende çoḫ gezdim tapa**m**madım (39/11).

t türemesi

Menim yumur**t**taların salçası bol olsun (9/10).

ş türemesi

E**ş**şek başı satıyoruz (41/13).

Metatez (Göçüşme)

Metatez (Göçüşme), bir söz zincirinde birbirine komşu olan ya da olmayan birimlerin istemli ya da istemsiz bir şekilde yer değiştirmesi olayıdır (Ersöz, 2018: 2193).

Ay **arvat** sus (73/7).

SONUÇ

Fıkra ve gülmecelerde ünlü değişmeleri içerisinde örneğine en çok rastlanılan değişmenin **a > e** değişmesi olduğu görülmektedir. Bu değişimin daha çok benzeştirme hadisesinin etkisiyle gerçekleştiği görülmektedir. Bu değişimin tam tersi olan **e > a** değişmesinin örnekleri de metinde ünlü değişmelerinde en çok karşılaşılan hadiselerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ünlü düşmesi olayının sadece kelime içinde örneği görülürken kelime içinde ve sonunda örneğine rastlanmamaktadır. Yine ünlü türemesi hadisesinin sadece kelime başında gerçekleştiği başka örneklerinin bulunmadığı dikkat çekmektedir. Ünsüzler ile ilgili hadiselerde özellikle eski şekillerin devamı niteliğindeki kullanımların varlığı oldukça dikkat çekicidir. **c > j** değişiminin yanı sıra bazı ünsüz benzeştirmelerindeki Kıpçak Türkçesi etkisi yine dikkat çeken özellikler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca ünsüz düsmesi, ünsüz türemesi ve metatez (göçüşme) olaylarının varlığı da fıkra ve gülmecelerde karşımıza çıkan önemli ses olayları olarak dikkat çekmektedir. Fıkra ve gülmecelerdeki ses hadiseleri üzerine yapılan bu inceleme özellikle Terekeme ağzına özgü hususiyetleri yansıtması açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Aslan, E. (2019), Kafkasyalı Bir Türk Boyu: Karappapaklar/Terekemeler, *Türk Ekini*, Sayı 3, 2019, 18-21.

Daşdemir, M. (2009). Terekeme/Karapapak Ağızlarındaki İkili Biçimler ve Bunların Etnik Kökenle İlişkisi (Sunulmuş Bildiri), II. Uluslararası Türkiye Türkçesi Çalıştayı, 21/23 Mayıs 2009, 1-10.

Eker, S. (2006). *Çağdaş Türk Dili*, Ankara: Grafiker Yayınları.

Ercilasun, A. B. (2002). *Kars İli Ağızları (Ses Bilgisi)*, Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Erdem M., Kirik E., Üst S., Dağdelen G. (2009). Türkoğlu (Kahramanmaraş Ağızları-1), *Turkısh Studies*, 4(7), 2522-2565.

Ergin, M. (2002). *Türk Dil Bilgisi*, İstanbul: Bayrak Yayınları.

Ersöz, S. (2018). Türkçede Göçüşme: Tanım ve Tasnif, *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür ve Eğitim Dergisi*, Sayı:7/4 2018, 2189-2203.

Gülensoy T., Amanoğlu E., Küçüker P. (2009). *Nahçıvan Ağzı,* Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Hunutlu, Ü. (2018). Türkçedeki K- > G- ve T-> D- Tonlulaşması Üzerine Düşünceler, *Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 63, 161-186.

Karaağaç G. (2010). *Türkçenin Ses Bilgisi*, İstanbul: Kesit Yayınları.

Kemaloğlu, M. (2012). Terekeme-Karapapak Türkleri Yerleşim Alanları, *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür ve Eğitim Dergisi*, Sayı: 3(1), 55-81.

Kılıç, M. (2008). *Kahramanmaraş Merkez Ağzı*, Kahramanmaraş: Ukde Yayınları.

Korkmaz, Z. (1994). *Nevşehir ve Yöresi Ağızları*, Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Özkan, M., Tören H., Esin O. (2006). *Yüksek Öğretimde Türk Dili Yazılı ve Sözlü Anlatım.* İstanbul: Filiz Kitabevi.

Uluocak, M., Baştürk, Ş., Eroğlu, S., Şahin H. (2010). *Bursa Yerli Ağızlarında Ç > Ş Değişimine Dair Bazı Gözlemler*, *Turkish Studies*, 5(1), 616-624.

THE EFFECT OF DIGITALIZATION ON NARRATIVE FORMS: THE CASE OF OPERA

Öykü ARIBAŞ

Dokuz Eylül University Institute of Fine Arts, Department of Opera Arts (Master's Graduate Student), Izmir, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-3279-4026

ÖZET

Giriş ve Amaç: Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, bilginin dijital formatlarda işlenmesi, saklanması ve iletilmesi süreci olan dijitalleşme, sanat ve kültür alanlarında önemli dönüşümlere yol açmıştır. Bu dönüşüm, geleneksel anlatı yapılarını biçim, özellik ve aktarım açısından değiştirmiştir. Yazılı ya da sözlü aktarım yoluyla kurallı biçimde şekillenen geleneksel anlatılar, dijital ortamda çok katmanlı, etkileşimli ve kullanıcı katılımına açık formlara dönüşmüştür. Anlatıya dayalı sahne sanatlarından biri olan opera, müzik, drama ve görsel tasarımı bir araya getiren yapısıyla dijital teknolojilere uyum sağlayabilmektedir. Dijitalleşme, operanın sahneleme tekniklerinden izleyici deneyimine kadar birçok yönünü etkilemiş aynı zamanda yeni anlatı olanakları ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma, geleneksel opera anlatısı ile dijitalleşmeyle ortaya çıkan yeni anlatı biçimleri arasındaki temel farkları incelemeyi amaçlamaktadır.

Yöntem: Çalışmada, nitel ve karşılaştırmalı bir yaklaşım benimsenmiş, ilgili literatür ve performans arşivleri incelenmiştir. Yeni anlatı biçimleri, sahneleme, izleyici katılımı, erişilebilirlik, yapay zekâ ve nöroteknoloji temelli iki dijital opera örneği üzerinden değerlendirilecektir.

Bulgular: Dijitalleşme, operanın yalnızca teknik ve görsel yönlerini değil, anlatı stratejilerini de dönüştürmüştür. Dijital operalar daha fazla etkileşim, izleyici katılımı ve doğrusal olmayan anlatım sunmaktadır. İcracı ile izleyici arasındaki sınırlar belirsizleşmektedir.

Tartışma ve Sonuç: Operanın dijital dönüşümü, hikâyelerin anlatılma ve deneyimlenme biçiminde bir değişimi işaret etmektedir. Bu analiz, dijital dönüşümün opera anlatısı üzerindeki etkilerine dair bir bakış açısı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Opera, Dijitalleşme, Anlatı Yapısı, Dijital Opera, Sahne Sanatları

ABSTRACT

Introduction and Purpose: With the rapid advancement of technology, digitalization—the process of processing, storing, and transmitting information in digital formats—has led to significant transformations in the fields of art and culture. This transformation has altered traditional narrative structures in terms of form, characteristics, and modes of transmission. Traditional narratives, which are shaped in a structured manner through written or oral transmission, have evolved into multilayered, interactive, and user-oriented forms in digital environments. As one of the narrative-based performing arts, opera—with its integration of music, drama, and visual design—has the potential to adapt to digital technologies. Digitalization has affected many aspects of opera, from staging techniques to audience experience, and has also introduced new narrative possibilities. This study aims to examine the

fundamental differences between traditional opera narratives and the new narrative forms that have emerged through digitalization.

Method: This study adopts a qualitative and comparative approach. Relevant literature and performance archives have been examined. New narrative forms are evaluated through two digital opera examples based on staging, audience participation, accessibility, artificial intelligence, and neurotechnology.

Results: Digitalization has transformed not only the technical and visual aspects of opera but also its narrative strategies. Digital operas offer greater interactivity, audience participation, and non-linear storytelling. The boundaries between performer and audience have become increasingly blurred.

Discussion and Conclusion: The digital transformation of opera indicates a shift in the way stories are told and experienced. This analysis provides an insight into the impact of digital transformation on opera narrative.

Key Words: Opera, Digitalization, Narrative Structure, Digital Opera, Performing Arts

GİRİŞ

Günümüz dünyasında dijitalleşme, bireylerin, kurumların ve toplumların teknoloji ile kurduğu ilişkiyi dönüştüren bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Dijitalleşme, bilginin analog ortamdan dijital ortama aktarılmasıyla başlamış, internet ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle farklı boyutlara ulaşmıştır. Bu dönüşüm süreci, bireylerin günlük yaşam alışkanlıklarından iş yapma biçimlerine, eğitimden sanata kadar pek çok alanı etkilemiştir. Dijitalleşme süreci, iletişim biçimlerini, algılama ve kavrama şekillerini, kısaca insanların yaşam tarzını radikal bir biçimde değiştirmiştir. Ancak değişim bununla kalmamıştır. İnternet tabanlı uygulamalar ve cihazlar kuralları, dengeleri, zaman ve mekân kavramlarını değiştirmiş (Karahasan, 2012: 18); bilme, harekete geçme ve deneyimleme biçimlerimizi farklılaştırmıştır (Cooper, 2002: 160).

1950'li yıllarda bir oda büyüklüğünde olan ve askeri amaçlı tasarlanan ENIAC[3] adlı bilgisayarla başlayan süreç, yine ABD ordularının birbirleriyle iletişimini sağlamak amacıyla kurulan ve 1980'li yıllardan sonra ARPANET[4] internet bağlantısı ile sürdürülmüş, bireysel kullanıma da açılan internetle birlikte dijitalleşmenin temelleri atılmıştır. 2000'li yıllarla birlikte bu süreç önemli bir ivme kazanarak fiber bağlantı hızı ve bu bağlantıyı sağlayacak daha etkin donanıma sahip bilgisayar, tablet ve akıllı cep telefonlarıyla birlikte toplumsal hayatın hemen hemen tüm kurum pratiklerinde kendisini göstermeye başlamıştır (Tarhan, 2020: 3).

Dijitalleşmenin temelleri 20. yüzyılın ikinci yarısında atılmış olsa da özellikle 1990'lı yıllarda bilgisayar ve internet teknolojilerindeki gelişmelerle ivme kazanmıştır. Dijitalleşme birçok teknolojik deneyim ve yeniliğin ardından ortaya çıkarken, medya temelli teknolojik boyutun dijital dönüşümü ise 1970'lerde başlamıştır. Genel olarak 1990'larda ivme kazanmış bugünün bilgisayar ve internet teknolojisiyle farklı boyutlara ulaşmıştır (Dilmen, 2007: 114).

Özellikle 2000'li yıllarla birlikte dijital teknolojilerin hızla gelişmesi, zaman ve mekân sınırlılıklarını ortadan kaldırarak bireysel ve toplumsal bağlamda bilişsel, eylemsel ve deneyimsel yetiler üzerinde önemli dönüşümler yaratmıştır (Erdem, 2017: 248). Son 30 yılda birçok yenilik bireyi ve bireye ait olanı dönüştürmüş ve değiştirmiştir. Hızlı ve kolay ulaşılan

[3] Electronic Numerical Integrator and Computer (Elektronik Sayısal Entegreleyici ve Bilgisayar)
[4] Advanced Research Projects Agency Network (İleri Araştırma Projeleri Ajansı Ağı)

dijital dünya, bireyi ve toplumu forma sokarken iletişim şekilleri, pratikleri, farkındalıklarını dijitalleşme kavramlarıyla gündelik yaşama dahil etmiştir (Baloğlu, 2023: 1190).

Dijitalleşmeyle birlikte; nesnelerin interneti, büyük veri, açık veri, yapay zeka, veri madenciliği, hiperlink, siber güvenlik, hacker gibi kavramlar da teknoloji literatürüne eklenmiştir (Olcay, 2018: 92). Bu teknolojilerin her biri, dijitalleşmenin temel bileşenlerini oluşturmakta ve çeşitli alanlarda dönüşüm sağlamaktadır. Bahsedilen alanlardan biri de anlatı sanatıdır. Dijitalleşmenin etkileri, anlatı biçimlerini de dönüştürmüş; metin, görsel ve işitsel unsurların dijital ortamda yeni formlar kazanmasına yol açmıştır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Anlatı ve Dijitalleşme

İnsanlık tarihi boyunca anlatı, bireylerin ve toplumların deneyimlerini, duygularını, kültürel bilgilerini aktarmanın en güçlü yollarından biri olmuştur. Geleneksel anlatı biçimleri, yazılı veya sözlü olarak kuşaktan kuşağa aktarılmış, toplumların değerlerini, inançlarını, tarihlerini ve kimliklerini şekillendirmiştir.

Anlatı, hikayesi olan her şeyi kapsar; romanlar, şiirler, şarkılar, resimler, filmler, tiyatrolar, pandomimler, performanslar vb. gibi kendi öyküsüne sahip olan her şey anlatı olarak ifade edilebilir (Develi, 2024: 6). Anlatı kavramı, "söylenen ya da yazılan bir dizi bağlantılı olay; bir hikâye" olarak tanımlanmaktadır (Oxford Dictionaries, 2016). Tanımdan da anlaşılacağı üzere anlatı sözcüğü çok da belirgin olmayan farklılıkları bulunmakla birlikte; sıklıkla hikâye veya bazen de olay örgüsü kavramları ile anılmaktadır. Basit bir biçimde ifade etmek gerekirse, hikâye tasvir edilen tüm olaylardan oluşmaktadır. Olay örgüsü, bu olayların bir şekilde bağlantılı olduğunu, dolayısıyla birbirleriyle ilişkili olarak tasvir edilmesini gerektiren nedensel zincirdir. Anlatı ise olayların gösterilmesi veya söylenişi ve bunun gerçekleşmesi için seçilen moddur (Cobley, 2001: 5).

Bu yönüyle anlatı bir sanat, bir teknik ve hikâye oluşturma süreci olarak tanımlanabilmektedir

(Abbott, 2008; Szurmak & Thuna, 2013; Polkinghorne, 1995). Dijital anlatı, yukarıda tanımlanan "anlatı" kavramının dijital platformlardaki uygulamalarını içermektedir. Sözlü anlatı geleneğinden yazılı metinlere, matbaanın icadından radyo ve televizyona kadar birçok araç, anlatının yayılımını ve biçimini değiştirmiştir (Ahamed, 2025: 3-4)

Sözlü, geleneksel kültürden, dijital kültüre kadar teknolojik araçların yapılandırdığı anlatı geleneği, dijital kültürde kullanılan araçlar ve teknolojik olanaklar doğrultusunda; dilsel yapı, göstergesel anlatı ve dijital ses ile etkileşime girerek yeni anlatı biçimleri yaratmıştır (Ökmen & Çokluk, 2020: 1128-1129). Bu dijital anlatı biçimleri arasında etkileşimli romanlar, artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla sunulan hikâyeler, sosyal medya dizileri ve oyunlaştırılmış anlatı ortamları öne çıkmaktadır. Özellikle görsel-işitsel unsurların hikâyeye entegre edilmesi, anlatının sadece içeriğini değil, deneyim biçimini de dönüştürmektedir.

Geleneksel anlatı biçimleri, toplumların kültürel değerlerini yüzyıllar boyunca aktarmış olsa da teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme, hikâye anlatma yöntemlerinde köklü değişikliklere yol açmıştır. Dijitalleşme ile, anlatıların hem iletilme biçimi hem de yapısal formu büyük bir dönüşüm geçirmiştir. Zaman içerisinde günlük yaşamın dili de dahil olmak üzere tüm anlatı yapıları bir dönüşüm içerisinde gelişimini sürdürmektedir (Atmacaoğlu, 2021: 2).

Dijitalleşme, hikâyelerin iletilme biçimini sadece hızlandırmakla kalmamış, aynı zamanda anlatının etkileşimli ve çok katmanlı bir yapıya evrilmesine de zemin hazırlamıştır. Geleneksel tek yönlü anlatım yerine, izleyicinin katılımını içeren interaktif yapılar ortaya çıkmıştır.

Eğlenceyle başlayan internet süreci artık günümüzde yaratıcılıkla yer değiştirmiştir (Yengin, 2015: 51).

Birçok kültürde insanlar binlerce yıldır, resim, müzik, yazı, tiyatro, sinema ve diğer sanat formlarını kullanarak hikayeler anlatmışlardır (Tate Modern Museum, 2024). Geleneksel anlatı yapısını değiştiren video sanatı, sanat yapıtının üretiminde yeni anlam yaratmış, görüntünün göstergesel dili, yapıtın anlatım formunu değiştirmiştir (Evkaya, 2021: 11). Dijital teknolojilerin icadı ve kullanım alanının yaygınlaşması ile değişen ifade pratikleri, sanatsal malzemenin; gösterge, ses, metin ve ifadenin, alımlayan ve alımlamanın ilişkisinin yeniden tanımlanmasına, dijital anlamda başkalaşım gerçekleşmesine neden olarak dijital olanın poetikasını oluşturmaktadır. Dijitalleşmenin statüsü ve yeni ifade araçlarının doğuşu ile, dijital pratikler biçimlenir (Conmerais, 2010). Kısaca, ‘’dijital olanın poetikası’’ anlatının sadece içerik olarak değil, biçim, aktarım ve deneyim boyutlarında da dönüşüm geçirdiğini ifade etmektedir. Anlatının dijitalleşme sürecinde geçirdiği dönüşüm, yalnızca edebi ya da görsel metinleri değil, anlatıya dayalı sanat formlarını da etkilemiştir. Bu sanat formlarından biri olan opera, çok katmanlı yapısı sayesinde dijitalleşen anlatının sunduğu yeni ifade olanaklarına açık bir zemin sunmaktadır. Geleneksel anlatıda gerçekleşen dijital dönüşümler opera sanatında da paralel olarak ilerlemektedir.

Opera Anlatısında Dijitalleşme

Opera sanatı, tarihsel süreç içinde müzik, söz ve görsel anlatımı bir araya getiren çok katmanlı bir sahne sanatı olarak biçimlenmiştir. Libretto, müzikal yapı ve sahneleme gibi öğeler, dramatik yapının temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Geleneksel operada anlatı çizgisel bir yapı izler; sahne, belirli bir fiziksel mekânda ve izleyiciye karşı sabit bir konumda sunulur. İzleyici ise sürece doğrudan müdahale etmeyen, gözlemci konumundadır. Fiziksel dekorlar ve canlı performansa bağlı olarak zaman-mekân koşulları, anlatının sunuluş biçimini belirlemektedir. Geleneksel opera pratiğinde, rejisörün yorumuna alan tanınmakla birlikte, besteci ve librettist tarafından belirlenen yapıya bağlılık çoğu zaman önemini korumuştur. Ancak bu geleneksel yapı, teknolojik gelişmelerin etkisiyle farklı biçimlerde yeniden ele alınmakta ve dönüşmektedir. Bu etkiler yalnızca teknik ya da estetik düzlemle sınırlı kalmayıp, sanat eserinin kurgulanış biçiminden izleyiciyle kurulan etkileşime kadar uzanan çok boyutlu dönüşümleri beraberinde getirmektedir (Aktuğ, 2022: 139). Yeni teknolojiler, sanatın biçimsel ve içeriksel olanaklarını genişletirken, sanatçının üretim sürecindeki rolünü de yeniden tanımlamaktadır (Güney & Yavuz, 2020: 416).

Opera pratiğinde yapay zekâ destekli ses analizi, ses sentezi, ses tanıma gibi teknolojiler, üretim sürecine teknik katkılar sunmaktadır. Ayrıca sahneleme aşamasında libretto yazımı, kostüm ve ışık tasarımı gibi yaratıcı alanlarda da dijital teknolojilerden faydalanılmaktadır. VR (sanal gerçeklik) ve AR (artırılmış gerçeklik) gibi yenilikçi uygulamalar aracılığıyla izleyicilere etkileşim temelli deneyim alanları sunulmakta; bu sayede opera yalnızca izlenen bir sanat formu olmaktan çıkarak, belirli düzeyde katılım içeren bir yapıya da kavuşmaktadır (Aktuğ, 2024: 65–67). Böylece izleyici ile eser arasındaki sınırlar giderek esnemektedir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, nitel ve karşılaştırmalı bir araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Çalışma kapsamında, artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR), yapay zekâ (AI) ve etkileşimli medya içeren iki dijital opera örneği incelenmiştir*: Noor, A Brain Opera - Ellen Pearlman, 2023 ve AI Opera: Chasing Waterfalls- Angus Lee, 2022***.** Bu örnekler, geleneksel opera yapılarıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Analiz sürecinde, anlatı akışı**,** sahneleme teknikleri**,** izleyici katılımı ve erişilebilirlik başlıca odak noktaları olarak ele alınmıştır.

Noor, A Brain Opera – Ellen Pearlman (2023)

Şekil 1- 22. Uluslararası Elektronik Sanat Sempozyumu- Hong Kong

Noor, 2023 yılında Ellen Pearlman tarafından sahnelenmiş ve II. Dünya Savaşı'nda Nazi karşıtı faaliyetlerde bulunan Noor Inayat Khan'ın gerçek yaşam öyküsünden esinlenerek kurgulanmış bir dijital operadır. Eser, insan bilincinin sınırlarını sorgulayan bir metafor üzerine inşa edilmiştir. Pearlman, teknolojik gözetimin yaygınlaştığı bir çağda, zihinsel mahremiyetin hâlâ mümkün olup olmadığını sorgular: Bilincin içinde, dış müdahaleye kapalı, saf bir alan var mıdır? Operada başrol oyuncusunun zihinsel durumu sahneleme sırasında EMOTIV EEG[5] cihazı aracılığıyla gerçek zamanlı olarak takip edilmekte ve bu veriler sahnedeki görsel arayüzlere yansıtılmaktadır.

Performans, izleyici ile etkileşimlidir. İzleyicilerin tepkileri, sahnedeki sanatçının beyin dalgalarını etkilemektedir. Bu değişim, sahnede gösterilen görüntü ve seslerin anlık olarak şekillenmesine neden olur. Monitörde görülen renkli baloncuklar, oyuncunun o anki duygusal durumunu temsil eder. Örneğin; kırmızı stres, sarı heyecan, mavi ise sakinlik, anlamına gelmektedir. Görseller, bu tepkilere göre otomatik olarak tetiklenmekte ve sahne düzeni eşzamanlı olarak değişmektedir. Oyuncunun duygusal değişimleri, sahnede beliren görüntüler ve anlatı akışı üzerinde doğrudan etkili olmakta; böylece her performansta birbirinden farklı bir yapıya bürünmektedir.

Geleneksel operaların fiziksel sahnelerde ve belirli bir zaman diliminde gerçekleşen doğrusal anlatılarından farklı olarak, *Noor*, dijital medya ve nöroteknolojik unsurlar aracılığıyla kurgulanan deneyimsel bir anlatı yapısı sunmaktadır. Bu anlatı biçimi, izleyiciyi anlatının dışından gözlemleyen konumdan çıkararak, zihinsel durumlar aracılığıyla oluşan atmosferi doğrudan deneyimlemeye yönlendirmektedir. Oyuncunun zihinsel durumu ile eş zamanlı olarak değişen sahne görüntüleri ve müzikal atmosfer, anlatının önceden belirlenmiş bir çizgide

[5] Emotiv Electroencephalography

ilerlemesini engeller; bunun yerine, duygular üzerinden şekillenen bir yapı kurulur. Bu yapıda, anlatı hem zamansal hem de yapısal olarak akışkanlaşmaktadır.

AI Opera: Chasing Waterfalls - Angus Lee (2022**)**

Şekil 2- Hannover Kongre Merkezi

2022 yılının Eylül ayında Leisure and Cultural Services Department, Alman multimedya sanatçı topluluğu Phase7 Performing.arts tarafından yapay zekâ operası *Chasing Waterfalls* izleyicilere sunulmuştur. Eserin dünya prömiyeri Almanya'da gerçekleştirilmiş, ardından Asya'da da sahnelenmiştir. Operanın bestelerini Hong Konglu besteci Angus Lee yapmış libretosunu ise Alman yazar Christiane Neudecker yazmıştır. Lee'nin müziği ve Neudecker'in librettosu, Berlin merkezli ses stüdyosu ve eserin ortak bestecisi Kling Klang Klong tarafından geliştirilen yapay zekâ teknolojisi ile tamamlanmıştır (Arıbaş, 2024: 32).

Opera, ana karakter ve onun beş dijital ikizinin yapay zekâ algoritmalarının akışı içinde çevrimiçi dünyada nasıl geliştiğini anlatmaktadır. Ana karakter "Ich" sanal ikizi ile karşı karşıya kaldığında kim olduğunu sorgulamaya başlar. Gerçek ve sanal dünyalar arasındaki sınırlar giderek bulanıklaştığında kimliklerimizin nasıl değişebileceği ve dijital kimliklerimizin verdiğimiz kararları nasıl etkilediği operanın ana temaları arasındadır (Li ve diğerleri, 2022). Operada yapay zekâ, yalnızca müzikal yapı üretiminde değil; aynı zamanda librettoda da aktif biçimde kullanılmıştır. Ayrıca yapay zekâ, sahnede aktif bir karakter olarak yer alır ve anlatıya doğrudan katılım sağlamaktadır. Yapay zekâ tarafından oluşturulan müzik ve libretto, sanatçılar tarafından hazırlanan yedi sahnelik operaya eklenmiştir. Beşinci sahne tamamen yapay zekâ tarafından oluşturulmuştur. Bu sahnede yapay zekâ, her performansta farklı olabilen kendi parçasını yazıp icra etmektedir. Lee, yapay zekânın şarkı söylemeyi öğrenmesinin en zor kısım olduğunu söylemiştir (Arıbaş, 2024: 32).

Performans öncesinde izleyicilerin yüzleri 3D yüz taramasıyla taranmakta ve sahnede dijital su manzaraları şeklinde görselleştirilmektedir. Böylece izleyici anlatının görsel ve etkileşimli bir parçası hâline getirilmektedir. Bu uygulama, izleyici ile sahne arasındaki sınırları ortadan kaldırarak Eser, dijital çağın katılımcı, parçalı ve dinamik anlatı anlayışını operaya taşımaktadır.

SONUÇ

Dijitalleşmenin opera sanatının anlatı biçimleri üzerindeki etkileri, geleneksel yapıların dijital ortamda farklı biçimlerde yeniden şekillendiğini göstermektedir. İncelenen örneklerde, anlatının yalnızca yapısal değil, aynı zamanda sunum ve deneyim boyutlarında da dönüşüm geçirdiği gözlenmektedir. Yapay zekâ, artırılmış gerçeklik ve etkileşimli medya gibi teknolojilerle birlikte, anlatı daha esnek hâle gelmekte, izleyici ile kurulan ilişki yeni biçimler kazanmaktadır.

Opera sanatına sunulan bu yeni ifade olanakları, temel anlatı ilkelerini tamamen ortadan kaldırmak yerine, onları farklı biçimlerde yeniden yapılandırmaktadır. Sahneleme tekniklerinde, anlatının akışında ve izleyiciyle kurulan ilişkide ortaya çıkan değişiklikler, geleneksel yapının çağdaş dijital araçlarla yeniden yorumlanmasına olanak tanımaktadır.

Bu çerçevede, *Noor,* oyuncunun zihinsel durumuna bağlı olarak değişen sahne düzeni ve duygular üzerinden şekillenen anlatısıyla, her performansta farklılaşarak doğrusal olmayan bir yapı sunmaktadır. *Chasing Waterfalls* ise, yapay zekâ tarafından oluşturulan sahneler ve izleyici temsillerinin projeksiyonla sahneye entegre edilmesi yoluyla çok katmanlı ve parçalı bir anlatı kurgusu geliştirmektedir. Her iki eser de klasik operanın çizgisel anlatı yapısından uzaklaşarak, teknolojik girdilerle biçimlenen esnek ve izleyiciyle etkileşimli yeni anlatım biçimlerini ortaya koymaktadır. Ancak aralarındaki temel fark; *Noor*'un anlatıyı oyuncunun içsel verilerine yani duygularına göre şekillendirmesi, *Chasing Waterfalls*'ın ise dışsal dijital veriler ve yapay zekâ üretimiyle anlatıyı kurmasıdır.

Sonuç olarak, dijitalleşmenin opera sanatındaki etkisi yalnızca teknik bir dönüşümden ibaret değildir; aynı zamanda anlatının algılanma, deneyimlenme ve aktarılma biçimlerini etkileyen çok katmanlı bir kültürel dönüşüm sürecine işaret etmektedir.

KAYNAKÇA

Abbott, H. P. (2008). *The Cambridge Introduction to Narrative*. Cambridge University Press.

Ahamed, K. (2025). "The Impact of Technological Media on Narrative Structures in 21st-Century Fiction", *SSRN Electronic Journal*, Mart 2025, ss. 3–4.

Aktuğ, E. (2022). *"*Dijital Kültürde Sanat Üretimi – Opera Örneği*"*, *Sosyal Bilimler Dergisi,* Yıl 9, Sayı 60, Ekim 2022, ss. 139.

Aktuğ, E. (2024). *Dijital Kültürde Müzik ve Opera Sanatı*. PA Paradigma Akademi Basın Yayın Dağıtım.

Arıbaş, Ö. (2024). *Opera Sanatının Dijital Dönüşümü* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi.

Atmacaoğlu, O. (2021). *İmajın Gölgesinde Anlatı: Dijitalleşmenin Etkisiyle Sinemada Anlatı Yapısının Dönüşümü* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi.

Baloğlu, Ö. (2023). "Teknolojik Bir Dönüşüm Olarak Dijitalleşme Kavramı ve Etkileri", *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, Cilt 13, Sayı 2, Haziran 2023, ss. 1190.

Cormerais, F. (2010). Dijitalin Poetikası (Z. C. Başeren, Çev.). Poetik Hars. https://www.poetikhars.com/dijitalin-poetikasi (E.T. 10.04.2025).

Çokluk, N., & Ökmen, Y. E. (2020). "Sözlü Kültürden Dijital Kültüre Hikâye Anlatımı: Youtuberlar Üzerine Kültürel Bir Çözümleme", *Selçuk İletişim Dergisi*, Cilt 13, Sayı 3, Ekim 2020, ss. 1128–1129.

Develi, M. (2024). *İmajın Gölgesinde Anlatı: Dijitalleşmenin Etkisiyle Sinemada Anlatı Yapısının Dönüşümü* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi.

Dilmen, N. (2014). "Yeni Medya Kavramı Çerçevesinde İnternet Günlükleri-Bloglar ve Gazeteciliğe Yansımaları", *Marmara İletişim Dergisi*, Cilt 12, Sayı 12, Nisan 2014, ss. 114.

Erdem, N. (2017). Dijital Çağda Kültür, Yeni Tüketici Kapitalizmi ve Reklam Anlatısı. *1st International Conference on New Trends in Communication / Uluslararası İletişimde Yeni Yönelimler Konferansı,* Mayıs 2017, ss. 248 .

Evkaya, B. (2021). *Video Art Kavramı ve Öncüsü Nam June Paik* (Yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi.

Güney, E., Yavuz, H. (2020). "Yapay Zekâ ile Sanatsal Üretim Pratiğinde Sanatçının Rolü ve Değişen Sanat Olgusu", *Sanat ve Tasarım Dergisi*, Sayı 26, Aralık 2020, ss. 416.

Karahasan, F. (2012). *Taşlar Yerinden Oynarken: Dijital Pazarlamanın Kuralları*. Doğan Yayınları.

Olcay, S. (2018). "Sosyalleşmenin Dijitalleşmesi Olarak Sosyal Medya ve Resimler Arasında Kaybolma Bozukluğu: Photolurking", *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, Sayı 2, Cilt 2, Mayıs 2018, ss. 92.

Li, A. ve Morning Studio Editörleri. (2022). "AI opera Chasing Waterfalls poses existential questions about human identity and the influence of the digital world". Erişim adresi: https://www.scmp.com/native/culture/topics/stage-without-boundaries/article/3196398/ai-opera-chasing-waterfalls-poses-existential-questions-about-human-identity-and-influence-digital (E.T. 21.11.2023).

Oxford University Press. (2016). Narrative. Oxford Dictionaries. https://en.oxforddictionaries.com/definition/narrative (E.T. 18.04.2025).

Tate. (2024). Tate Modern. https://www.tate.org.uk/visit/tate-modern (E.T. 23.03.2025).

Tarhan, A. (2020). *Dijitalleşmenin Kavramsal ve Tarihsel Süreci*. Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi.

Yengin, D. (2015). "Yeni Medyanın Olanakları: Semantik Web", The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication (TOJDAC), Sayı 1, Cilt 5, Ocak 2015, ss. 51.

THE EFFICACY OF MACHINE LEARNING (ML) APPLICATIONS IN HEALTHCARE INDUSTRIES: EVOLVING FROM TRADITIONAL METHODS TO CONVENTIONAL APPROACHES

Moses Adeolu AGOI
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Samuel Olayiwola AJAGA
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

Solomon Abraham UKPANAH
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

Oluwanifemi Opeyemi AGOI
Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.

Abstract

In recent years, machine learning (ML) applications in healthcare has gained significant traction, especially in diagnosing diseases using extensive medical databases (Mahmood & Mohsin, 2021). Healthcare organizations are increasingly utilizing these technologies for early disease detection and enhancing diagnostic accuracy as machine learning methodologies have demonstrated remarkable potential in monitoring patients' vital signs and predicting health conditions. Traditional methods of health data analysis rely mainly on storing patient information and applying learning techniques to uncover critical disease-associated factors (*Qin et al.,* 2020). Contemporary approaches, such as artificial neural networks (ANN) and fuzzy logic systems have been instrumental in advancing these capabilities. This paper is a document review on the significance of machine learning applications in healthcare industries. The paper discussed the major areas of application of machine learning in healthcare systems. The paper discussion also contains some of the impact and drawbacks of machine learning techniques in healthcare systems. In order to collect useful data for the paper write-up, online Google form questionnaire instrument was used to gather responses from respondents which were subjected to reliability analysis. Conclusively, the paper affirmed that while machine learning has been shown to outperform traditional methods in predictive accuracy, its application have demonstrated remarkable potential in providing timely insights, enabling preventive measures and personalized care strategies.

Keyword: Machine Learning Applications, Healthcare Systems.

INTRODUCTION

Machine Learning (ML) is a subset of Artificial Intelligence (AI) that enables systems to learn and improve from data without explicit programming. ML applications can identify patterns, make predictions, and automate decision-making processes. This technology has pivoted its way into various domains, including healthcare, finance, transportation, and marketing, due to its ability to process massive datasets effectively and derive actionable insights. In healthcare, ML have demonstrated remarkable potential in monitoring patients' vital signs and predicting health conditions. ML applications in healthcare extends across diverse domains, including medical imaging, natural language processing for medical documentation, and genetic data analysis. These applications are primarily focus on diagnosis, detection, and prediction. ML algorithms are essentially used to predict health status, addressing the complexities of difficult health conditions and improving quality-of-life outcomes. ML algorithms are particularly effective in identifying patterns in healthcare data that might not be immediately apparent through traditional methods.

RELATED LITERATURE

Machine learning (ML) has gained significant attention in healthcare due to its ability to handle large volumes of complex data and learn from it in order to make accurate predictions. Monica (2023) highlighted the increasing enthusiasm within the biomedical research community for using ML to enhance health outcomes. Advanced ML techniques excel at identifying intricate, nonlinear relationships between variables, making them well-suited for complex predictive tasks (*Qin et al.,* 2020). Johnson et al. (2019) used machine learning algorithms to predict the risk of cardiovascular diseases. Okwuosa et al. (2020) explored the use of machine learning models to predict hypertension, finding that these models could identify at-risk individuals with high accuracy. Fitzpatrick et al. (2021) developed an algorithm that could predict the onset of diabetes in patients, integrating data from electronic health records (EHR), including lab results, vital signs, and medication adherence. Zöller & Huber (2021) applied AutoML (Automated Machine Learning) frameworks to identify the most effective health promotion. Their findings informed the allocation of resources to programs such as vaccination campaigns, nutrition education, and chronic disease management.

Roles of Machine Learning in Healthcare Systems

Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) are central to predictive healthcare, driving the development of sophisticated models capable of identifying patterns and making accurate predictions from complex datasets. AI-powered tools, such as natural language processing (NLP) systems, can extract valuable information from unstructured data sources like clinical notes and health records, enhancing the robustness of predictive models (*Xu et al.*, 2023). ML-driven decision support systems can assist clinicians in making informed decisions about treatment plans and resource allocation, thereby improving the quality of care for elderly patients. The integration of geographic information systems (GIS) has also proven to be a valuable technological enabler, particularly for addressing environmental and spatial factors that influence health. GIS tools are used to map disease prevalence, healthcare accessibility,

and environmental risks, providing insights that inform targeted interventions. GIS-based analysis has been used to identify areas with limited access to healthcare facilities, enabling policymakers to prioritize resource allocation and improve service delivery (Zöller & Huber, 2021).

Machine Learning Algorithms and its Application in Healthcare

Machine learning algorithms are increasingly used in healthcare to identify patterns, analyze data, and make predictions to improve diagnostics, treatment, and patient care. Some of these algorithms and their applications are listed as follows:-

1. Regression-Based Models:

   Regression models are widely used in predictive healthcare due to their interpretability and simplicity. Logistic regression is commonly applied for binary outcomes, such as predicting the presence or absence of a disease. Linear regression is suited for continuous outcomes, like predicting healthcare costs or hospital length of stay. Advanced variations like Lasso and Ridge regression add regularization techniques to address multicollinearity and improve model generalization (*James et al.*, 2021).

2. Decision Trees and Ensemble Methods:

   Decision tree algorithms, including Random Forests and Gradient Boosting Machines, are robust tools in predictive modelling. They can handle complex, non-linear relationships in data and are particularly effective when feature importance is a critical outcome. Random Forests use a combination of decision trees to enhance predictive performance and reduce overfitting, while Gradient Boosting Machines iteratively improve predictions by minimizing error at each step (Chen & Guestrin, 2020).

3. Neural Networks and Deep Learning:

   Artificial Neural Networks (ANNs) and their deep learning counterparts have shown significant promise in healthcare. These models excel at capturing intricate patterns in large, unstructured datasets like medical images, electronic health records (EHRs), and sensor data. Convolutional Neural Networks (CNNs) are particularly effective for image-based tasks, such as detecting fractures or skin conditions, while Recurrent Neural Networks (RNNs) are used for sequential data, like monitoring disease progression (Goodfellow *et al.*, 2019).

4. Bayesian Models:

   Bayesian frameworks incorporate prior knowledge with observed data to make probabilistic predictions. They are particularly useful in healthcare settings where uncertainty is inherent. Bayesian networks can model complex dependencies among variables, making them valuable for understanding the interplay between socioeconomic, demographic, and health factors in elderly populations (Koller & Friedman, 2020).

5. Support Vector Machines (SVMs):

   SVMs are effective for classification problems, especially when the data is high-dimensional. They use kernel functions to handle non-linear relationships, making them suitable for applications such as disease classification and risk prediction. However, SVMs are computationally intensive and may not scale well with large datasets (Noble, 2020).

6. Hybrid and Multi-Model Approaches:

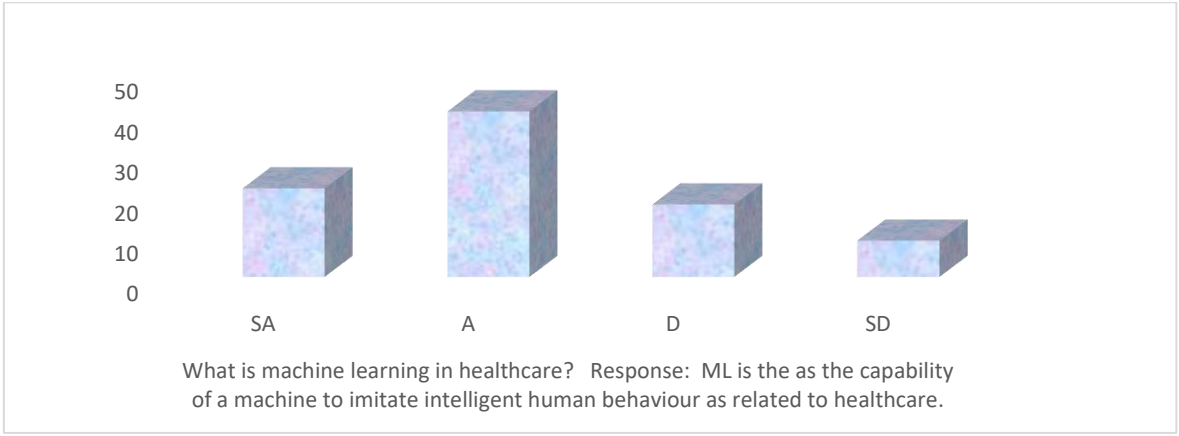
   Hybrid models combine the strengths of multiple algorithms to improve predictive accuracy. For instance, combining deep learning with Random Forests or Bayesian frameworks can provide robust predictions while maintaining interpretability. Multi-model approaches have been increasingly adopted to address the complexity of healthcare data and ensure reliability (*Choi et al.*, 2022).

MATERIALS AND METHODS

This paper adopts a quantitative survey approach. The researcher formulated useful research question on machine learning applications in healthcare, selecting vital data considered, choose and train machine learning models, and evaluate the models' performance in specific areas of healthcare using quantitative metrics. The selection criteria prioritized credibility of sources, and in- depth analysis of ML applications in healthcare to ensure a comprehensive review. In order to facilitate easy data collection, copies of formulated questions were administered to respondents using online Google form questionnaire instrument by experts. The responses gathered were subjected to Cronbach's alpha reliability analysis. The result of 0.811 gave a good reliability index of the instrument. The entire exercise took place within the space of thirty-nine days (39) before completion.

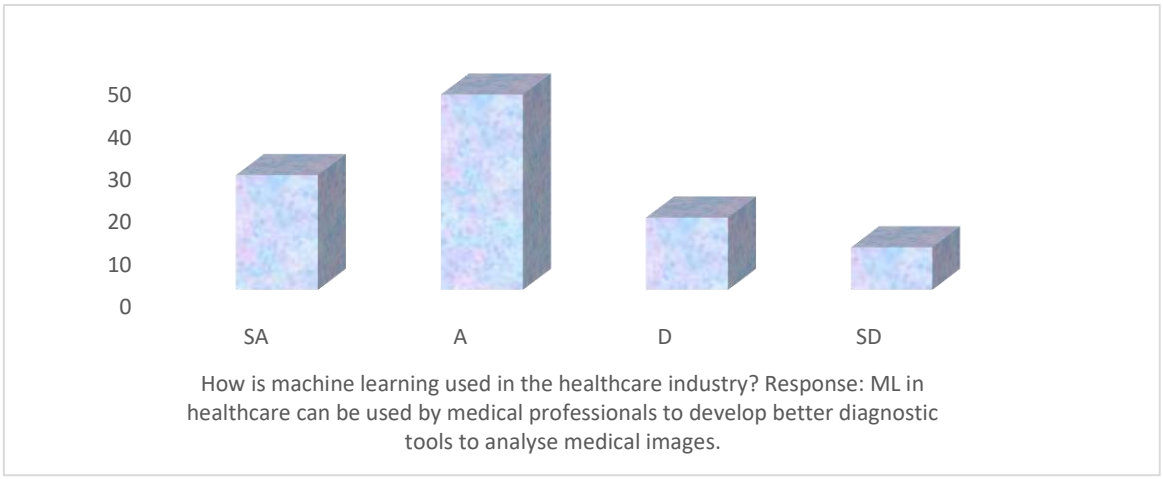
RESULT AND DISCUSSION

Fig.1: Chat Analysis



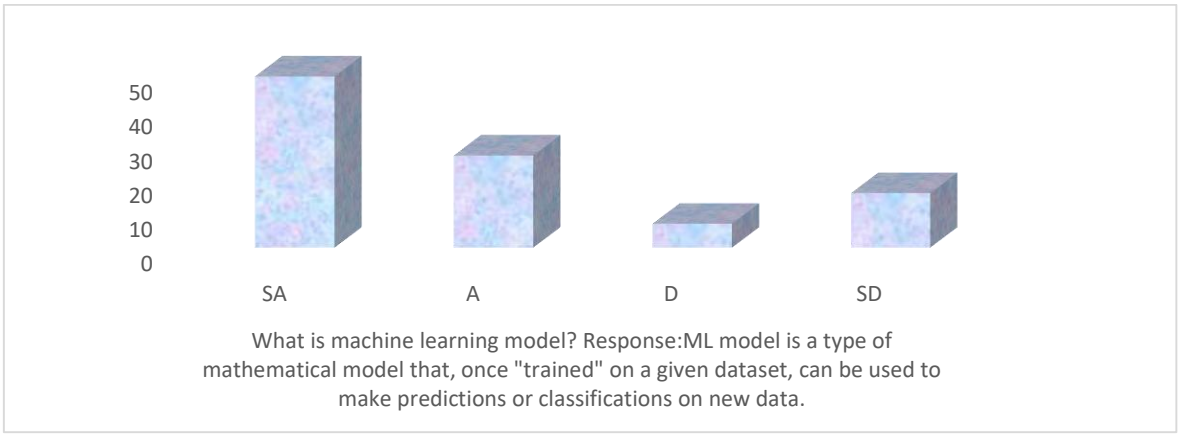
The graph plotted in figure 1 shows that a very large amount of correspondents are were able to express their understanding about machine learning as related to healthcare. Most of the respondents explained that machine learning is a subfield of artificial intelligence, where machines are able to imitate the intelligence or behavior of humans in attending on issues related to healthcare. According to the respondents, artificial intelligence systems are essentially used to carry out complex activities in ways or approaches peculiar to humans in solving health related problems. The respondents added that machine relies on the collection of patient data learning in healthcare. More so, machine learning algorithms can analyze vast patient datasets to identify patterns and predict outcomes, helping healthcare providers make more informed decisions. i.e., machine learning algorithms can discover patterns in data sets that allow medical professionals to identify new diseases and predict treatment outcomes. Inferably, machine learning is revolutionizing healthcare, offering numerous benefits from early disease detection to personalized treatment and improved operational efficiency.

Fig.2: Chat Analysis



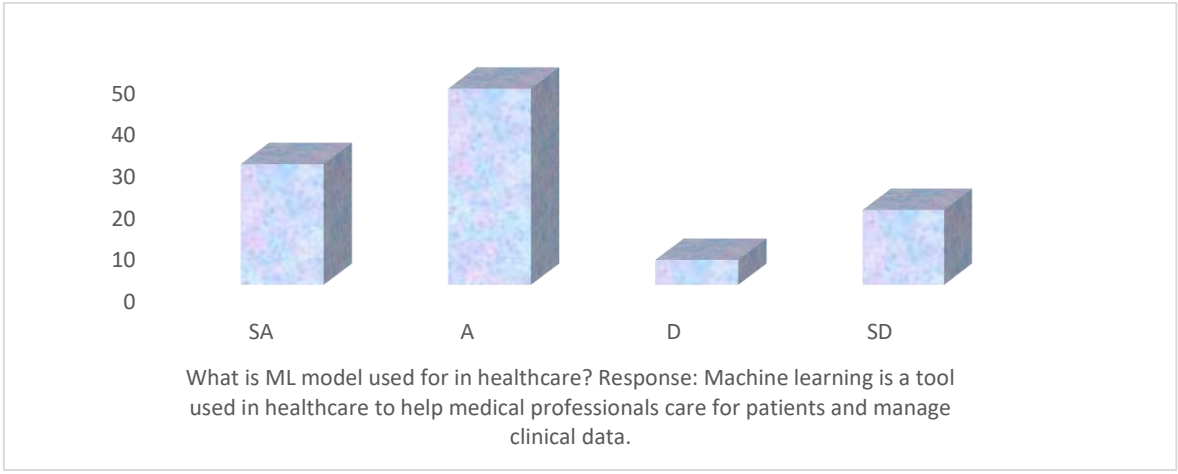
The graph plotted in figure 2 signifies that majority of the respondents confirmed that machine learning can be used by medical professionals to develop better diagnostic tools to analyze medical images in healthcare. According to the respondent, machine learning systems can help clinicians make better decisions by providing them with insights derived from vast datasets. The respondents gave an example, of the use of machine learning algorithm in medical imaging, such as X-rays or MRI scans using pattern recognition to look for patterns that indicate a particular disease.

Fig.3: Chat Analysis



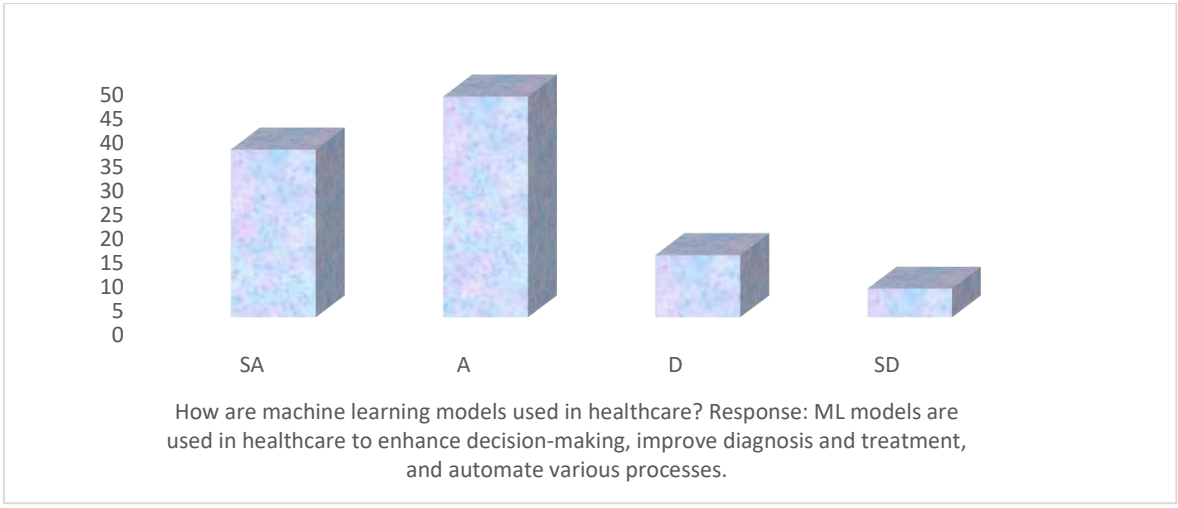
The graph plotted in figure 3 indicate that a greater amount of respondents acknowledged machine learning model is a type of mathematical model that is trained on a given data to recognize patterns or make predictions or classifications on new data. According to the respondents, machine learning models are created by using machine learning algorithms, which are trained on data, whether labeled, unlabeled, or mixed, to learn from existing samples. The respondents explained that this training process allows the model to refine its internal parameters and improve its accuracy in making predictions or classifications on new, unseen data.

Fig.4: Chat Analysis



The graph plotted in figure 4 reveals that a higher number of the respondents inferred that machine learning models are utilized in healthcare for analyzing large datasets, identify patterns, and predict outcomes, ultimately improving patient care. This includes enhancing diagnostics, personalizing treatment plans, predicting disease onset and progression, and streamlining administrative tasks. Machine learning algorithms are also useful in drug discovery and development, making the process more efficient and cost-effective.

Fig.5: Chat Analysis



The graph plotted in figure 5 depicts that most of the respondents agree with the statement that machine learning models are widely used in healthcare to enhance decision-making, improve diagnosis and treatment, and automate various processes, ultimately leading to better patient outcomes and more efficient healthcare systems. The respondents affirmed that machine learning models are essentially used to analyze vast datasets to identify patterns, predict disease progression, and personalize treatments in healthcare.

CONCLUSION

This paper explored machine learning (ML) applications in healthcare industries. It discusses the role of ML in healthcare systems, machine Learning algorithms, approaches, and applications. The paper asserted that the integration of ML techniques into healthcare has been shown to outperform traditional methods in predictive accuracy, and have demonstrated remarkable potential in providing timely insights, enabling preventive measures and

personalized care strategies, leading to significant advancements in healthcare settings. Conclusively, the paper affirmed that ML in healthcare has the potential to revolutionize patient care, improve treatment outcomes, and optimize healthcare operations.

REFERENCE LIST

Chen, J. H., & Asch, S. M. (2017). Machine Learning and Prediction in Medicine. The New England Journal of Medicine. Vol. 376. Pp. 1182-1184.

Fitzpatrick, T., Doe, A., & Hamilton, M. (2021). A Predictive Model for Elderly Diabetes Management: A Machine Learning Approach. Journal of Geriatric Care. Vol. 15(2). Pp. 150-160.

James, P., Wang, L., & Chen, Y. (2023). Applications of Predictive Modeling in Elderly Care: A Global Perspective. Journal of Healthcare Analytics. Vol. 12(1). Pp. 45-60.

Johnson, S., Hall, S., & Clark, R. (2019). Predicting Cardiovascular Disease Outcomes in Elderly Patients using Machine Learning. Journal of Clinical Cardiology. Vol. 33(6). Pp. 789-799.

Okwuosa, O., Adedayo, M., & Akinlade, E. (2020). Predictive Modeling for Hypertension in Elderly Nigerians. Nigerian Journal of Health Informatics. Pp. 5(4). Pp. 22-30.

Monica M Bertagnolli, (2023). Advancing Health through Artificial Intelligence/Machine Learning: The Critical Importance of Multidisciplinary Collaboration, PNAS Nexus, Vol. 2(12). Pp. 356. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad356

Qin, Fang Yu, Lv, Zhe Qi, Wang, Dan Ni, Hu, Bo & Wu, Chao (2020). Health Status Prediction for the Elderly Based on Machine Learning. Archives of Gerontology and Geriatrics. Vol. 90. ISSN 0167-4943 https://doi.org/10.1016/j.archger.2020.104121

ARŞİV BELGELERİ IŞIĞINDA 21 ŞUBAT 1940 KAYSERİ-DEVELİ DEPREMİ

THE FEBRUARY 21, 1940 KAYSERİ-DEVELİ EARTHQUAKE IN THE LIGHT OF ARCHIVAL DOCUMENTS

Mustafa SALEP

Doç. Dr., Kayseri Üniversitesi, Develi Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi Tarih Bölümü,

ORCİD:0000-0001-6560-7629.

Öznur BEŞENK

Kayseri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi,

ORCİD: 0009-0005-8948-7322

ÖZET

Deprem, yer kabuğunda âni olarak ortaya çıkan kırılmalar şeklinde tanımlanmış olmakla birlikte meydana gelmiş olduğu bölgelerde yaşayan insanları birçok açıdan etkileyen önemli bir olgudur. Türkiye, deprem açısından farklı derecelerde riske sahip olan bir ülkedir. Kayseri ili ise Türkiye Deprem Haritasına göre 3. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Kandilli Rasathanesi verilerine göre, 21 Şubat 1940 tarihinde Kayseri-Develi (Çayırözü) merkezli 5.2 şiddetindeki deprem ile ilgili sosyal, ekonomik ve idari gelişmeler arşiv belgeleri ışığında bildiride değerlendirilmektedir. Bu deprem ve artçıları, sadece Develi ilçesini değil Kayseri'nin Yahyalı, İncesu ve Hacılar ilçelerini de etkilemiştir. Develi-Çayırözü merkezli depremde can kayıpları sadece Develi'de meydana gelmiştir. Belirtilmiş olan diğer ilçelerde ise ev ve diğer yapılarda hasar oluşmuştur. Bu depremin aynı zamanda oldukça fazla hayvan kaybına neden olduğu anlaşılmaktadır. Konu ile ilgili yapılmış olan araştırmada 21 Şubat 1940 tarihli Kayseri-Develi (Çayırözü) merkezli depremin 27 Aralık 1939 tarihli Erzincan Depremi'nden farklı bir deprem olduğu anlaşılmaktadır. Bildiri kapsamında Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi ve Kızılay Arşivi yanında dönemin gazeteleri ve konu ile ilgili tetkik eserler dikkatlice incelenmiştir. Bu bildiri ile 21 Şubat 1940 tarihli Kayseri-Develi (Çayırözü) merkezli depremin bölgeye olan sosyal, ekonomik, idari ve psikolojik etkileri tespit edilmek istenmiş, deprem gibi olağanüstü gelişmelere yönelik alınması gereken tedbirler üzerine bir çıkarımın oluşturulması arzulanmıştır. Nihayet, belgeler ışığında Develi ve çevresinin deprem tarihine katkı sağlama amacıyla çalışılmış, ortaya çıkan veriler Kongre kapsamında bildiri olarak paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Deprem, Kayseri, Develi, Çayırözü, 21 Şubat 1940

Abstract

Earthquakes, defined as sudden ruptures occurring in the Earth's crust, are significant natural phenomena that profoundly affect the lives of people living in impacted regions. Turkey is a

country exposed to earthquakes of varying risk levels. According to the Turkish Earthquake Hazard Map, the province of Kayseri is located in the third-degree earthquake zone. Based on the data from Kandilli Observatory, this study evaluates the social, economic, and administrative impacts of the 5.2 magnitude earthquake that occurred on February 21, 1940, centered in Kayseri-Develi (Çayırözü), using archival documents. The main shock and its aftershocks affected not only Develi but also other districts of Kayseri such as Yahyalı, İncesu, and Hacılar. Casualties were reported only in Develi, while the surrounding areas experienced structural damage. Furthermore, significant livestock losses were recorded. Archival research reveals that this earthquake was a separate event from the Erzincan Earthquake that occurred on December 27, 1939. Within the scope of this study, primary sources including the Republic Archive of the Presidency of the State Archives of Turkey, the Turkish Red Crescent Archive, newspapers from the period, and academic studies related to the topic were meticulously examined. The aim of the paper is to identify the social, economic, administrative, and psychological consequences of the 1940 Develi earthquake and to derive inferences about potential measures to be taken against such extraordinary events. Ultimately, the study seeks to contribute to the earthquake history of Develi and its surroundings through evidence-based findings.

Keywords

Earthquake, Kayseri, Develi, Çayırözü, 21 February 1940

GİRİŞ

Deprem, araştırmacılar tarafından çeşitli yönleri ile çalışılmış önemli olgular arasında yer almaktadır. Tarih boyunca meydana gelmiş olan depremler, gerçekleştiği bölgedeki insanları ve toplumları çeşitli açılardan etkilemiştir. Zelzele, yer sarsıntısı, yer kabuğu hareketi olarak da nitelendirilen deprem; şiddetine, yapısal ve çevresel faktörlere bağlı olarak farklı oranlarda zararlara neden olabilmektedir. Depremin; fiziki, sosyal ve iktisadi sonuçları devlet organlarının ve sivil toplum örgütlerinin uzun soluklu çalışmaları ile ancak telafi edilebilmiştir. Diğer taraftan deprem, insanoğlunu psikolojik ve fizyolojik açıdan doğrudan etkileyen en önemli olağanüstü yer hareketleri arasındadır.

Depremler yeryüzünde önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bunlar topografyada yükselme, alçalma ve yer değiştirmesi şeklinde belirtilebilir. Deprem sonrasında arazide; kırıklar, yarıklar, çatlaklar, toprak ve çamur akmaları, kar ve buz çığları, kaynak sularında değişmeler, zeminde sıvılaşma gibi olaylar meydana gelebilmektedir. Ayrıca çevresel etkiler açısından da kanalizasyon sistemlerindeki arızalara; suların, toprağın ve havanın kirlenmesine yol açabilmektedir. Aktif yanardağlarda volkanik faaliyet öncesi oluşan depremlere volkanik deprem denilmektedir. Türkiye'de aktif yanardağ bulunmamakla birlikte, İç Anadolu'daki Erciyes ve Doğu Anadolu'daki Nemrut yanardağı volkanik dağlar grubunda yer almakta ancak, aktif yanardağ olmadıkları bilinmektedir.[6] Türkiye, Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almakta olup, Afrika-Arabistan levhalarının kuzeydoğu yönünde hareket etmesi ile sıkışma meydana gelmekte ve böylece yer kabuğunda çatlaklar oluşmaktadır.[7]

İç Anadolu Bölgesi, deprem açısından diğer bölgelerden daha sakin bir bölgedir. Ancak, Kayseri ili ve çevresinde yıkıcı deprem üretebilecek önemli fay hatları bulunmaktadır. Erciyes ve Ecemiş Fay Hattı bunlar arasında yer almaktadır. Tarih boyunca Kayseri'de dört büyük

[6] M. Ali Özdemir, Tevfik Erkal, "Deprem Coğrafyası", *Deprem*, Editör: Yaşar Kibici, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yayın No: 59, İleri Ofset, Afyonkarahisar 2005, s. 67; Halil Şimşek, *Deprem Bilgisi*, Harp Akademileri Basımevi, İstanbul 1999, s. 10-11.

[7] Eşref Atabey, *Deprem*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara 2000, s. 27.

depremin meydana geldiği ve büyük etkiler bıraktığı anlaşılmaktadır. Milattan sonra 240, 1205, 1717 ve 1835 depremleri, bu çerçevede değerlendirilebilir. 1835 depreminin merkez üssü, Develi'nin güneyidir.[8] Bu depremde 1064 kişi hayatını kaybetmiş, merkezdeki tarihi camilerde hasar oluşmuştur.[9] Bildiri konusunun Develi'de meydana gelmiş olan 21 Şubat 1940 depremi olması nedeniyle 1835 depreminin değerlendirmelerde önemli bir veri sunduğu söylenebilir.

21 Şubat 1940 Kayseri-Develi Depremi ile ilgili sosyal ve iktisadi gelişmeler, başta Kızılay Arşivi olmak üzere diğer arşiv belgelerinden istifade edilerek incelenmiştir. Konu ile ilgili detaylı kitap ve makale çalışması bulunmamakla birlikte, çalışma için rehberlik edecek bazı önemli bilgilerin ilgili uzmanlarca paylaşıldığı anlaşılmaktadır.[10] Bu ön bilgilerden sonra 21 Şubat 1940 Kayseri-Develi Depremi ile ilgili gelişmeler, başlıklar halinde değerlendirilecektir.

1940 DEVELİ DEPREMİ'NİN MEYDANA GELMESİ

21 Şubat 1940 Kayseri-Develi Depreminin merkez üssü Çayırözü (Senderemeke) köyüdür. Depremin meydana gelişine dair ilk tespitler iki kaynaktan temin edilmiştir. İlk olarak, resmî kurumlara ait tespitlerden, ikinci olarak da basın kanalıyla yerel kaynaklardan elde edilen bilgilerden öğrenilmektedir. Kandilli Rasathanesi verilerine göre 21 Şubat 1940 Kayseri-Develi Depreminin merkez üssü Çayırözü köyü olup, enlem bilgileri 38.4000K, boylam bilgileri 35.3000D, derinliği 30 km olarak belirlenmiş; ML 5.4 iken Mw 5.2 olarak tespit edilmiştir.[11] Bu bilgilerden hareketle 21 Şubat 1940 Develi Depreminin 5.2 şiddetinde bir deprem olduğu anlaşılmaktadır.

20 Şubat'ı 21 Şubat 1940'a bağlayan gece Kayseri-Develi'de meydana gelmiş olan depremle ilgili ilk değerlendirmeler, kısa ancak şiddetli olduğu şeklindedir.[12] İlk belirlemelere göre can kaybının bulunduğu, bir kısım binalarda önemli hasarların oluştuğu, halkın ise deprem nedeniyle dışarıda geceyi geçirdiği anlaşılmaktadır.[13] Depremin volkanik olmadığı, yer altındaki çöküntülerden kaynaklanan tektonik bir deprem olduğu belirtilmiştir. Depremin Erciyes Dağı'nın hemen güneyinde meydana gelmiş olması depremin özelliği ile ilgili değerlendirmelere neden olmuştur. Diğer taraftan Erzincan'da meydana gelmiş olan 27 Aralık 1939 tarihli büyük deprem ile aynı merkezden kaynaklanmadığı[14] söylenebilir. Erzincan Depremi ile mukayese edildiğinde 21 Şubat 1940 Kayseri-Develi Depreminin çok daha hafif şiddette bir deprem olduğu anlaşılmaktadır.[15]

---

[8] Mehmet Alpyürür, "Kayseri Kenti İçin Olasılıksal Sismik Tehlikenin Değerlendirilmesi", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* Sayı: 1-15, 2023, s. 1-3; Aynur Akgül, *Kayseri İl Merkezi İçin Vs30 Kayma Dalgası Hızı Haritalarının Hazırlanması*, Nevşehir Hacı Bektaşi Veli Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2023, s. 36.

[9] Halit Erkiletlioğlu, *Geniş Kayseri Tarihi*, Can Matbaası, Kayseri 2006, s. 506.

[10] 21 Şubat 1940 Kayseri-Develi Depremi ile ilgili Prof. Dr. Ali Osman Öncel'in web ortamında bir video sunumu bulunmaktadır. Prof. Dr. Öncel'in mezkûr Develi Depremi ile ilgili değerlendirmeler yaptığı ve dönemin gazetelerinden örnekler sunduğu anlaşılmaktadır.

[11] http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/ (Son Giriş Tarihi: 30/06/2025); Mehmet Alpyürür, "Kayseri Kenti İçin Olasılıksal Sismik Tehlikenin Değerlendirilmesi", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* Sayı: 14/1, 2023, s. 1-3.

[12] *Akşam*, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 22 Şubat 1940, s. 1; Anadolu, "Zelzele Durmayor", 22 Şubat 1940, s. 1-5.

[13] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-17, Tarih: 23 Şubat 1940.

[14] Cumhuriyet Arşivi'nde yer alan bir belgede Erzincan'da meydana gelen 27 Aralık 1939 tarihli depremden etkilenen yerlere Develi'nin Soysallı, Kulpak, Kızık ve Senderemeke köylerinin de eklendiği yazılmış olsa da Develi Depreminin Erzincan Depreminden farklı, müstakil bir deprem olduğu anlaşılmaktadır. *BCA,* Kurum Kodu: 30.18.1.2, Yer Bilgisi: 91.53.12, Belge Tarihi: 31.05.1940.

[15] *Akşam*, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 23 Şubat 1940, s. 1-4.

Erciyes Dağı'nın deprem merkez üssünün hemen kuzeyinde yer alması, halk arasında ve basında Erciyes'teki gelişmelerin yakından takip edilmesini sağlamıştır. Bu bağlamda, Erciyes Dağı'nın zirvesindeki sivriliklerin kaybolduğu ve bunun endişeye yol açtığı anlaşılmaktadır.[16] Bu durum, 21 Şubat 1940 Develi Depreminin volkanik olduğu şeklinde bir görüşün bölgede hızla yayılmasına neden olmuştur.[17] Bu endişenin sonraki günlerde de devam ettiği anlaşılmaktadır. Özellikle Erciyes'in zirvesinden kaya parçalarının düştüğü ve kaybolduğu bilgisi basında yer almış, bunun da Erciyes'te volkanik bir hareketlenmenin olabileceği yönünde tedirginliğe sebep olmuştur.[18] 21 Şubat 1940 Kayseri-Develi Depreminden sonra artçı depremlerin belirli bir süre devam ettiği bilinmektedir.[19] Depremin artçıları, ilk depremde hasar almış çeşitli binaların yıkılmasına yol açmıştır. 23 Şubat 1940 tarihinde şiddetli iki depremin daha meydana geldiği, insan kaybının ve hayvan zayiatının bulunmadığı,[20] Develi'nin Zile köyünde 38 evin duvarlarında hasar oluştuğu bilgisi paylaşılmıştır.[21] Bu da artçıların yeni hasarlara yol açtığını göstermektedir. Develi'de artçı depremlerin Şubat ayının sonuna kadar devam ettiği söylenebilir.[22] Deprem sonrasında köylerin genel durumu hakkında bilgi toplamak amacıyla Hava Kuvvetlerine ait hava araçlarının bölgede faaliyet gösterdikleri anlaşılmaktadır.[23]

DEPREMİN ETKİLERİ

Develi'de meydana gelmiş olan 21 Şubat 1940 depreminden hemen sonra mülki idare amirlerinin deprem bölgesinde incelemeler yaptığı anlaşılmaktadır. Bu kapsamda Kayseri Valisi Şefik Refik Soyer, Develi ve çevresini etkilemiş olan depremle ilgili merkezi idareye raporlar göndermiştir. Arşiv belgelerindeki telgraflardan Vali Soyer'in depremle ilgili ilk detaylı bilgilendirmeyi 21 Şubat 1940'ta yaptığı bilinmektedir. Bu bilgilerden hareketle; Develi'ye bağlı Çayırözü köyünde bulunan 42 evden 19 tanesinin tamamen yıkıldığı, geriye kalan evlerin ise içine girilemeyecek kadar kötü olduğu anlaşılmaktadır. İkisi çocuk olmak üzere toplam 3 kişinin hayatını kaybettiği ve enkazdan çıkarıldığı bilgisi paylaşılmıştır. 450 hayvanın ise enkaz altında kalarak telef olduğu belirtilmiştir. Soysallı köyünde ise 120 evin tamamen yıkıldığı, hayatını kaybedenlerin defnedildiği ve 2 yaralının ise Kayseri Hastanesi'ne sevk edildiği belirtilmiştir.[24] Bir gün sonra gönderilmiş olan yeni bir telgraftan, hayatını kaybeden insanların ve yaralıların sayısının arttığı anlaşılmaktadır.[25]

Kayseri Valisi Şefik Refik Soyer'in verdiği bilgilerden hareketle; Evleri tamamen yıkılmış olan köylerden yalnızca ikisine çadırların kurulduğu, kadın ve erkekler ayrı olmak üzere yerleştirilmeye çalışıldığı, bazı ağaçların etrafının da hasır kilim ve buna benzer örtülerle kapatılarak barınılacak yer haline getirilmeye çalışıldığı anlaşılmaktadır. İlk aşamada diğer köylere çadır verilemese de çeşitli usullerle açıkta kalmamaları için çalışıldığı belirtilmiştir.

[16] *Cumhuriyet, "*Yeni bir zelzele felaketi", 22 Şubat 1940, s. 1-6.
[17] *Haber Akşam Postası*, "Yeni Zelzele Felaketi", 22 Şubat 1940, s. 1-4
[18] *Akşam*, "Kayserinin Develi Kazasında Dün de 30 ev yıkıldı", 24 Şubat 1940, s. 2; *Cumhuriyet*, "Kayseri'deki Zelzele", 27 Şubat 1940, s. 3.
[19] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-16, Tarih: 23 Şubat 1940.
[20] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 23 Şubat 1940, Sayı: 8774.
[21] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 24 Şubat 1940, Sayı: 8722; *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-14, Tarih: 26 Şubat 1940.
[22] *Son Telgraf*, "Kayseri'de yeni zelzele", 23 Şubat 1940, s. 1-3; *Akşam*, "Kayserinin Develi Kazasında Dün de 30 ev yıkıldı", 24 Şubat 1940, s. 2; *Akşam*, "Kayseri Zelzelesi", 27 Şubat 1940, s. 2.
[23] *Anadolu*, "Ankarada Zelzele", 23 Şubat 1940, s. 1-3.
[24] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 21 Şubat 1940, Sayı: 8288
[25] Soysallı'da enkaz altından 25 kişinin cansız olarak ve 20 kişinin de yaralı olarak çıkarıldığı anlaşılmaktadır. Kulpak'ta ise 6 kişinin hayatını kaybettiği belirtilmiştir. *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 22 Şubat 1940, Sayı: 8394

Develi kaza merkezinde ise insanların meydan ve bahçe gibi yerlerde kaldıkları, Kayseri Valisi'nin Belediye Binasına çalışmak amacıyla girmesi üzerine Belediye çalışanlarının da binaya girdikleri anlaşılmaktadır. Vali Soyer, insanların depremden oldukça korktuklarını, maneviyatlarının bozulduğunu belirtmiştir. Şubat ayına rağmen havaların mevsim koşullarına göre iyi olması nedeniyle salgın hastalıkların bulunmadığı vurgulanmıştır.[26]

Raporuna devam eden Vali Soyer; Kulpak köyünde 100 evin yıkıldığını, hayatını kaybeden 6 kişinin enkaz altından çıkarıldığını belirtmiştir. Kızık köyünde ise 30 evin tamamen yıkıldığını, herhangi bir insanın hayatını kaybetmediğini ve hayvan zaiyatının yaşanmadığını ifade etmiştir. Höyük (Sindelhöyük) köyünde 300 haneden sadece bir evin ve bir ahırın yıkıldığını, diğer evlerin ise hasar aldığını vurgulamıştır. Fraktın köyünde ise 14 evin yıkıldığı, hayatını kaybeden insanın ve hayvan zayiatının bulunmadığı belirtilmiştir. Aynı gün gönderilmiş olan yeni bir telgraftan; Develi merkezindeki sarsıntının hafif ve aralıklarla devam ettiği, merkezde yıkılan ev sayısının 8'e ulaştığı, okul binasının hasar aldığı ve öğrencilerin tahliye edildiği anlaşılmaktadır.[27]

Kayseri Valisi Şefik Refik Soyer, 21 Şubat 1940 tarihli ilk bilgilendirme raporundan sonra 22 Şubat 1940'ta detaylı bir ek rapor göndermiştir. Bu raporun Başbakanlığa, İçişleri Bakanlığı'na ve Kızılay Cemiyeti Genel Merkezine ulaştığı anlaşılmaktadır. Vali Soyer'in depremle ilgili değerlendirmeleri maddeler halinde şu şekilde belirtilebilir:

1) Develi'ye bağlı Çayırözü (Senderemeke) köyünde mevcut 42 haneden 19'u tamamen yıkılmış, geriye kalan evler ise içine girilemeyecek şekilde hasar almıştır. Bu köyde 2'si çocuk olmak üzere 3 kişinin cansız bedeni enkaz altından çıkarılmıştır. Ayrıca; 450 baş davar enkaz altında kalarak tamamen telef olmuştur.
2) Soysallı köyündeki mevcut 120 hane tamamen yıkılmıştır. Burada enkaz altından 120 kişinin cansız bedeni çıkarılmış,[28] 100 manda, 4 deve 96 sığır ve 10 davar ahırlarda enkaz altında telef olmuştur.
3) Kulpak köyünde 100 hane tamamen yıkılmış, enkaz altından ise 6 kişinin cansız bedeni çıkarılmıştır.
4) Kızık köyünde 30 hane tamamen yıkılmış, hayatını kaybeden insanın ve hayvan zayiatının olmadığı belirtilmiştir.
5) Sindelhöyük köyündeki 300 haneden 80 ev ve bir ahır tamamen yıkılmış, diğer binaların ise hasar nedeniyle içine girilemeyecek durumda olduğu ifade edilmiştir.
6) Fraktın köyünde 14 ev yıkılmış, hayatının kaybeden insan ve hayvan zayiatı olmamıştır.
7) Develi'nin güney doğusunda bulunan Ayvan (Ayvazhacı) köyünde de 15 evin yıkıldığı, hayatını kaybeden insanın ve hayvan zayiatının olmadığı anlaşılmıştır.
8) Develi merkezinde 8 ev yıkılmış, birçok binada çatlaklıklar oluşmuştur. Orta Mektep ve İlk Mektep binalarındaki çatlaklıklar nedeniyle okullar tahliye ve tatil edilmiştir.[29]
9) Hayatını kaybedenlerin tamamı defnedilmiş ve 2 yaralı ise Kayseri Hastanesi'ne sevk edilmiştir.

[26] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 21 Şubat 1940, Sayı: 8288.
[27] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 22 Şubat 1940, Sayı: 8394.
[28] Kayseri Valisi Şefik Refik Soyer'in arşive intikal etmiş olan iki farklı raporunda Soysallı köyünde hayatını kaybeden insan sayısı ile ilgili farklı veriler paylaşılmıştır. Kızılay Arşivi'ne ait bir belgede 120 kişinin hayatını kaybettiği belirtilirken, diğer bir belgede ise 25 kişinin hayatını kaybettiği ifade edilmiştir. Diğer taraftan Kızılay Cemiyeti Genel Merkezi tarafından 1940 Umumi Meclisine sunulmuş olan raporda Kayseri Develi depreminde hayatını kaybedenlerin sayısının 129 olduğu belirtilmiştir. Her iki veriden hareketle 21 Şubat 1940 Kayseri Develi Depreminde hayatını kaybedenlerin sayısında 129 verisinin esas alınmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-33.1, Tarih: 22 Şubat 1940; *Kızılay Arşivi*, Belge No: 2508-35, Tarih: 22 Şubat 1940; Kızılay Cemiyeti Merkezi Umumisi, *1940 Umumi Meclisine Sunulan Rapor*, Alaeddin Kıral Basımevi, Ankara 1940, s. 9-10.
[29] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-33, Tarih: 22 Şubat 1940.

10) Evleri tamamen yıkılan köylerden yalnız ikisine mevcut çadırlar kurdurulmuş, köylü kadınlar ve erkekler ayrı bir şekilde çadırlara yerleştirilmiştir. Açıkta hiç kimsenin kalmamasına dikkat edilmiştir. Tamamen yıkılmamış köylerde ise barınma düzeninin daha iyi olduğu belirtilmiştir.
11) Develi merkezinde ise halkın binalar dışında meydanlıklarda ve bahçelerde hasır, halı vesair örtülerle kurdukları çadır gibi barınaklarda oldukları ve hiçbir insanın binaya girmeye cesaret edemedikleri anlaşılmaktadır.[30]
12) Evleri tamamen yıkılmış olan köylere birer ekmek dağıtılmış, bir sonraki gün ise beş günlük ekmek ve kuru yiyecek dağıtımı yapıldığı belirtilmiştir.
13) Enkazların kaldırılması ve temizlenmesi konusunda talimat verildiği anlaşılmaktadır.
14) Sarsıntıların devam edeceği düşünüldüğünden, talep edilmiş olan 200 çadırın[31] gönderilmesi istenmiştir. Felaket bölgesinde işleri yakından takip ettiğini belirten Vali Soyer, tetkiklerine diğer günlerde de devam edeceğini bildirmiştir.

Vali Şefik Refik Soyer'in vermiş olduğu bilgilerden hareketle; Binaları tamamen yıkılmış olan Çayırözü, Soysallı, Kulpak ve Kızık köy evlerinin moloz taşından ve çamurdan yapıldığı, üzerlerinin toprakla örtüldüğü anlaşılmaktadır. Yıkılan diğer köylerdeki evlerin kerpiç ve ağaç bağlantıları bulunan daha ince yapılar olduğu belirtilmiştir. Buna rağmen, mezkûr köylerin bir kısmında zayiatın az olmasında sarsıntıların sürekli ve şiddetli olmaması, ahaliden bir kısmının deprem esnasında ayakta olmasının etkili olduğu söylenebilir.[32]

Kayseri Valisi Şefik Refik Soyer'in deprem bölgesi ile ilgili merkezi idareye göndermiş olduğu raporda, birçok önemli bilgi paylaşılmıştır. Bu bilgiler dışında arşive intikal etmiş olan diğer belgelerden ve basından edinilen bilgilerden 21 Şubat 1940 Kayseri Develi Depreminin biraz daha detaylandırılması yararlı olacaktır. 5.2 şiddetindeki depremin artçılarının Şubat ayı sonuna kadar devam ettiği anlaşılmaktadır. Artçıların da çeşitli binalarda hasarlara neden olduğu, bazı evlerin yıkılmasına yol açtığı görülmüştür. Bu kapsamda, artçılar nedeniyle Yahyalı nahiyesi merkezinde 3 ev, Ağcaşar köyünde ise 3 ev ile 1 samanlık yıkılmıştır.[33] Artçılar nedeniyle Develi'nin Zile köyünde şiddetli bir artçı depremin meydana geldiği ve burada 38 evin duvarlarında kısmen hasar oluştuğu anlaşılmaktadır.[34] Artçılar nedeniyle evleri hasarlı vatandaşların evlerine giremedikleri ve geçici olarak farklı yerlerde kaldıkları tespit edilmiştir.[35]

21 Şubat 1940 Kayseri Develi Depremi neticesinde, birçok bina yıkılırken, bir kısmının ise hasar aldığı anlaşılmaktadır. İkamet için kullanılan binalar dışında hayvan ahırlarının da önemli oranda zarar gördüğü bilinmektedir. Hayvan ahırlarının yıkılması, bölgede önemli miktarda hayvan zayiatına sebep olmuştur. Bu durum, aynı zamanda bölge halkını ekonomik açıdan olumsuz etkilemiştir. Kayseri Valiliği tarafından 14 Mart 1940 tarihinde Başbakanlığa, İçişleri Bakanlığına ve Kızılay Genel Başkanlığına gönderilmiş olan belgede Develi'de meydana gelmiş olan depremde enkaz altında kalarak ölen hayvanlara ilişkin bir liste sunulmuş, köylünün bu hayvanlar sayesinde geçimlerini sağladıkları belirtilmiştir.[36]

---

[30] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-33.1, Tarih: 22 Şubat 1940; *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-35, Tarih: 22 Şubat 1940.
[31] Havanın yağmurlu olması nedeniyle, Kayseri Valiliği'nce istenmiş olan 200 çadırın henüz gelmemesi ve bu talebe ilaveten 300 çadırın daha acil bir şekilde gönderilmesi 23 Şubat tarihli telgrafta belirtilmiştir. *Kızılay Arşivi,* Kutu No:2508, Tarih: 23 Şubat 1940, Sayı: 8636.
[32] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-33.2, Tarih: 22 Şubat 1940.
[33] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-16, Tarih: 23 Şubat 1940; *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 23 Şubat 1940, Sayı: 8636.
[34] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-14, Tarih: 26 Şubat 1940; *İkdam*, "Dün Yeniden Zelzeleler Oldu", 25 Şubat 1940, s. 2.
[35] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-17, Tarih: 23 Şubat 1940.
[36] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 18 Mart 1940, Sayı: 11660.

21 Şubat 1940 tarihli Develi Depremi neticesinde bölgede meydana gelmiş olan hayvan kayıplarının detayına ait Kayseri Valiliği İskân Müdürlüğü verileri şu şekildedir:[37]

Felakete Uğrayan Köyün Adı	Ölen Hayvanlar											Tohumluk Arpa Kilosu
	Koyun	Keçi	Manda	Öküz	İnek	Dana	Deve	At	Tay	Merkep	Toplam	
Senderemeke	260	-	3	-	-	-	-	-	-	-	263	3.486
Soysallı	13	1	72	47	70	26	8	6	2	66	311	5.208
Kulpak	6	-	-	13	16	-	-	1	-	13	49	19.723
Kızık	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.644
Toplam	**279**	**1**	**75**	**60**	**86**	**26**	**8**	**7**	**2**	**79**	**623**	**35.061**

Kayseri Valiliği tarafından merkez teşkilatına gönderilmiş olan bilgilerde, hayvan zayiatı ile ilgili yardım taleplerinin belirtildiği anlaşılmaktadır. Bölge halkının ekonomik zararlarının telafi edilmesi konusunda tedbirler alınması gündeme taşınmıştır. Bu talepler doğrultusunda Kızılay Cemiyeti Genel Merkezinden 25 Mart 1940 tarihinde Kayseri Valiliği'ne gönderilmiş olan telgrafta, telef olan hayvanlar için Zerbank (Ziraat) aracılığıyla yirmi bin liranın gönderildiği belirtilmiştir.[38] Bu bilgiler, deprem nedeniyle telef olan hayvanlara ait zararların bir kısmının Kızılay Cemiyeti tarafından karşılandığını göstermektedir.

21 Şubat 1940 Kayseri Develi Depremi, yerel ve ulusal basın tarafından yakından takip edilmiştir. 27 Aralık 1939'da Erzincan'da meydana gelmiş olan büyük depremden bir süre sonra Develi'de 5.2 şiddetinde gerçekleşmiş olan depremin jeolojik, sosyal ve iktisadi boyutlarının merak edildiği anlaşılmaktadır. Depremle ilgili ilk haberlerin 22 Şubat 1940'ta verilmeye başlandığı bilinmektedir. Depremin Develi ve çevresinde büyük bir yıkıma yol açtığı, Soysallı'da 40 kişinin hayatını kaybettiği, 20 kişinin ise yaralandığı,[39] Soysallı ve Höyük köylerinin tamamen harap olduğu,[40] Develi ve 7 köyünde 56 ölü, 26 yaralının bulunduğu, 307 evin yıkıldığı, 800 hayvanın telef olduğu,[41] Kulpak köyünde bütün evlerin yıkıldığı,[42] Senderemeke'de tahribatın fazla olduğu,[43] sarsıntının yavaş başlaması nedeniyle daha büyük can kayıplarının oluşmadığı belirtilmiştir.[44] Başka bir haberde de hayvan zayiatının on bin civarında olduğu belirtilmiştir.[45] Diğer taraftan, depremin Erciyes Dağı'nın hemen güneyinde gerçekleşmiş olması, Erciyes'le ilgili haberlerin da paylaşılmasına neden olmuştur. Bu kapsamda; "*Erciyes Dağında Heyelan Başlamış*" başlıklı bir haberin yapıldığı anlaşılmaktadır.[46]

Develi ve çevresini etkilemiş olan 21 Şubat 1940 tarihli deprem, aynı zamanda ilçe merkezinde bulunan kamu hizmet binalarında da zarara neden olmuştur. Bu kapsamda Develi'de postane ve maliye daire binalarının hasar aldığı, bu nedenle postanenin çadıra

[37] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 18 Mart 1940, Sayı: 11660, Ek Tablo.
[38] *Kızılay Arşivi*, Kutu No: 2508, Tarih: 23 Mart 1940, Sayı:8554.
[39] *Akşam*, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 22 Şubat 1940, s. 1-6; *Yeni Asır,* "zelzele oldu", 22 Şubat 1940, s. 1-3.
[40] *Anadolu*, "Zelzele Durmayor", 22 Şubat 1940, s. 1-5.
[41] *Akşam*, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 23 Şubat 1940, s. 1-4; *Akşam*, "Kayserinin Develi Kazasında Dün de 30 ev yıkıldı", 24 Şubat 1940, s. 2; *Haber Akşam Postası,* "Yeni Zelzele Felaketi", 22 Şubat 1940, s.1; *Yeni Sabah*, "Develi'de Zelzelenin Tahribatı", 24 Şubat 1940, s. 1.
[42] *Son Telgraf*, "Kayseri'de yeni zelzele", 23 Şubat 1940, s. 1-3.
[43] *Akşam*, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 23 Şubat 1940, s. 1.
[44] *Anadolu*, "Ankara'da Zelzele", 23 Şubat 1940, s. 1-3.
[45] *Cumhuriyet*, "Yeni bir zelzele felaketi", 22 Şubat 1940, s. 1-6.
[46] *Akşam*, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 23 Şubat 1940, s. 1-4.

nakledildiği anlaşılmaktadır. Postane memurları, bu süreçte çadırlarda hizmet vermiştir.[47] Diğer taraftan ilk depremden sonra başlayan artçılar ve artçılarla ortaya çıkan hasarlar basın tarafından yazılmaya devam etmiştir.[48] 27 Şubat 1940 tarihli haberde yıkılan toplam ev sayısının 417'ye hasar alanların ise 100'e ulaştığı belirtilmiştir.[49] 28 Şubat tarihli bir haberde de artçı sarsıntının Pınarbaşı Pazaröreni'de etkili olduğunu ve bazı binaların duvarlarında çatlakların oluştuğunu yazmıştır.[50] Bu bilgi de 21 Şubat 1940 Develi Depremi ve artçılarının Develi ile jeolojik açıdan bağlantılı yerler tarafından hissedildiğini ve duruma göre hasarların oluştuğunu göstermektedir.

21 Şubat 1940 Kayseri Develi Depreminin 18 tane artçısının meydana geldiği, 27 Aralık 1939 Erzincan Depremi'nden etkilenmiş olduğu bilinse de[51] müstakil bir deprem olduğu söylenebilir. Bu deprem sonucunda farklı kaynaklarda farklı sayılar belirtilmiş olmakla birlikte Kayseri Valisi Şefik Soyer'in bildirimlerine ve raporlara intikal eden sayılara bakıldığında 120 kişinin hayatını kaybettiği,[52] deprem nedeniyle hayatını kaybeden insan sayısının 129 kişi olduğu anlaşılmaktadır.[53]

SOSYAL VE EKONOMİK YARDIMLAR

21 Şubat 1940 Kayseri ili Develi ilçesinde meydana gelmiş olan deprem Develi'nin köylerini derinden etkilemiş, birçok can kaybına sebep olmuş ve binalarda da önemli oranda hasara yol açmıştır. Deprem sonrası bölgeye yapılan sosyal ve ekonomik yardımlar, depremden etkilenen vatandaşların yeniden ayağa kalkmasında önemli bir rol oynamıştır. Dönemin kısıtlı iletişim ve ulaşım imkânlarına rağmen bölgeye Kızılay Genel Merkezinden[54] ve çevre illerden yardımlar ulaştırılmıştır. Kızılay Arşivi'nden elde edilmiş olan bilgiler çerçevesinde, depremin ilk gününde evleri tamamen yıkılan köylerde ailelere sadece birer ekmek dağıtımı yapıldığı, ancak bir gün sonra beşer ekmek ve kuru yiyecek dağıtımının yapıldığı anlaşılmaktadır. Giyim eşyalarının da karşılanması hususunda talimat verilmiştir. Enkaz kaldırma faaliyetlerine hız verildiği, başlangıçta istenmiş olan 200 çadırın yeterli olacağı belirtilmiş, bu çadırların gönderilmesi talep edilmiştir.[55] Ayrıca bölgeye 50 çadır, sıhhi yardım malzemeleri ve enkaz kaldırma ekibi gönderilmiştir. Deprem sonrası enkaz kaldırma çalışmaları ve enkazın korunması için de yeteri kadar jandarma sevk edilmiştir. Bunlara ek olarak da Kızılay Genel Merkezi köylere Kayseri merkezden ekmek, kuru yiyecek, giyim eşyası, çadır, sağlık ekipmanları gönderdiği gibi on bin lira da nakit para göndermiştir.[56]

Kayseri Valisi, Kaza Kaymakamı ve Hükümet Tabibi başta olmak üzere yetkililer deprem bölgesinde tespitlerde bulunmuş ve çalışmalar yapmışlardır.[57] Kayseri Valisi Şefik Refik Soyer,

---

[47] *Akşam*, "Kayserinin Develi Kazasında Dün de 30 ev yıkıldı", 24 Şubat 1940, s. 2; *Akşam*, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 23 Şubat 1940, s. 1-4.
[48] *Akşam*, "Kayserinin Develi Kazasında Dün de 30 ev yıkıldı", 24 Şubat 1940, s. 2.
[49] *Haber Akşam Postası*, "Zelzele Devam Ediyor", 27 Şubat 1940, s. 2; *Akşam*, "Kayseri Zelzelesi", 27 Şubat 1940, s. 2; *Tan*, "Develi'de 417 Ev Yıkıldı", 27 Şubat 1940, s. 3.
[50] *Anadolu, "*Dün de Zelzeleler Oldu", 28 Şubat 1940, s. 3.
[51] Fatma Ekiz "21 Şubat 1940 Develi Depremi ve Depreme Hazırlık ve Kentleşme", *Öncel Akademi*, s. 1-3.
[52] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 21 Şubat 1940, Sayı: 8288; *Cumhuriyet*, "Kayseri'deki Zelzele", 23 Şubat 1940, s. 3.
[53] Kızılay Cemiyeti Merkezi Umumisi, *1940 Umumi Meclisine Sunulan Rapor*, Alaeddin Kıral Basımevi, Ankara 1940, s. 10.
[54] Depremle birlikte bölgede Komiteler oluşturulduğu anlaşılmaktadır. Bu kapsamda felaketzedelere yardım etmek amacıyla İncesu Kızılay Merkezinde bir Komite oluşturulmuştur. *Kızılay Arşivi*, Belge No: 2508-48, Tarih: Belirtilmemiş.
[55] *Kızılay Arşivi*, Kutu No: 2508, Tarih: 21 Şubat 1940, Sayı: 8288.
[56] *Kızılay Arşivi*, Kutu No: 2508, Tarih: 21 Şubat 1940, Sayı: 8288; *Haber Akşam Postası*, "Yeni Zelzele Felaketi", 22 Şubat 1940, s. 1-4; Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Tarih: 23 Şubat 1940, Sayı: 5374.
[57] *Akşam*, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 22 Şubat 1940, s. 1-6.

yıkılan evlerin yerine yenisinin yapılacağını, kimsenin mağdur edilmeyeceğini belirtmiştir.[58] Depremden etkilenen depremzedelere yapılan yardımlarla ilgili işlemler, Mülkiye Müfettişi tarafından teftiş edilmiş, görülen eksiklikler İçişleri Bakanlığı'na sunulan raporda maddeler halinde belirtilmiştir. Tespit edilen eksiklikler doğrultusunda yeniden düzenlemeler yapılmış, evleri tamamen ya da kısmen hasar gören ve yardıma muhtaç olduğu belirlenen vatandaşlar için toplamda 8342 lira talep edilmiş, ancak 7 Haziran 1940 tarihinde yardım fişleri güncellenmiş ve yardıma muhtaç olmayanların da yardımlardan istifade ettirilmesine karar verilmiştir. Yardım tespiti için kullanılan fişlerin yetersiz olması nedeniyle geçici düz kâğıtlara kayıt tutulmuş, daha sonra bu bilgiler resmi fişlere aktarılmıştır. Ayrıca, raporda bölgeye giden yardım heyetine yevmiye verilmeyeceği konusu talimatnamede açıkça belirtilmediği için giden heyete yevmiyeleri de verilmiştir. 21 Şubat 1940 tarihli Develi Depreminde hasara uğrayan Soysallı, Çayırözü, Kulpak ve Kızık köyü halkına 1120 sayılı karar doğrultusunda kişi başı 60 lira yardım kararı alınmıştır. Mülkiye Müfettişi bölgedeyken ve oradan ayrıldıktan sonra tekrar heyet gönderilerek felaketzedelerin sorunları dinlenmiş ve çözülmeye çalışılmıştır. Diğer taraftan hasar gören binalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Kızık ve Kulpak köylerinde telef olan hayvanlar nedeniyle geçimlerini sağlama konusunda vatandaşların sorun yaşamamaları için telef olan hayvanlarının yerine aynen hayvan verilmesi veya bedelinin verilmesi talebi reddedilmiştir. Sindelhüyük köyünün şikâyeti için ise Mülkiye Müfettişi, önerdiği şekilde ihtiyaç sahiplerine yardımın ulaştırıldığını belirtmiştir.[59]

21 Şubat 1940 tarihinde merkezi Develi Çayırözü olan depremde Kızılay Cemiyeti, devlet kurumları ile iş birliği içerisinde halkın ihtiyaçlarını karşılamak için sosyal ve ekonomik yardımların öncülüğünü yapmıştır. Felaketin hemen ardından Kızılay Cemiyeti Genel Merkezi tarafından 22 Şubat 1940'ta İncesu Kaymakamlığı'na gönderilmiş olan telgrafta; Felaketzedeler için Sivas'ta Kızılay Transit Deposundan İncesu İstasyonuna gıda maddeleri ve eşyanın sevk edildiği belirtilmiştir.[60] Buna ek olarak İstanbul'dan gönderilen 200 çadır ile birlikte toplamda 475 çadırın bölgeye ulaştırıldığı, ancak daha fazla çadırın mevcut olmadığı da vurgulanmıştır.[61] Depremde can kaybının yanında, çok sayıda hayvanın telef olması köylüyü zor durumda bırakmış, telef olan hayvanların yerine yenilerinin alınması için hayvan başına 50 liradan hesaplanarak toplamda 11.050 lira yardım talebinde bulunulmuştur. Ayrıca tarımsal faaliyetlerin de yeniden başlaması için gerekli olan arpa tohumu temini için 1.577,74 liralık tohum yardımı talep edilmiştir. Bu miktarın gönderilmesi ve köylülere dağıtımı için yardım ve izin istenmiştir.[62] Kızılay Cemiyeti Genel Merkezi tarafından Kayseri Valiliği'ne gönderilmiş olan telgraflarda, depremden etkilenen halkın acil ihtiyaçlarının karşılanması için yapılan sosyal ve ekonomik yardımların kapsamı dikkat çekicidir. 25 Mart 1940 tarihinde Kayseri Valiliği'ne gönderilmiş olan telgrafta, telef olan öküzler için Zerbank (Ziraat) aracılığıyla yirmi bin liranın gönderildiği belirtilmiştir.[63] Bu veriler, telef olan hayvanlara ait zararların bir kısmının Kızılay tarafından karşılandığını göstermektedir.

Kızılay Genel Merkezi tarafından Kayseri Valiliği'ne Mart ve Nisan aylarında gönderilmiş olan telgraflar analiz edildiğinde, altı telgraf aracılığı ile felaketzedeler için toplamda 40 bin lira yardımın Zerbank (Ziraat) kanalı ile gönderildiği ve ayrıca, telef olan

[58] *Yeni Sabah*, "Develi'de Zelzelenin Tahribatı", 24 Şubat 1940, s. 1-3.
[59] *BCA*, Kurum Kodu: 30.10.0.0, Yer Bilgisi: 119.846.34, Belge Tarihi: 18.01.1941
[60] *Kızılay Arşivi*, Kutu No: 2508, Tarih: 22 Şubat 1940, Sayı: 5101.
[61] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 23 Şubat 1940, Sayı: 5374; A*kşam*, "Kayseri Zelzelesi", 27 Şubat 1940, s. 2.
[62] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 18 Mart 1940, Sayı: 11660; *Kızılay Arşivi*, Belge No: 2508-9, Tarih: 14 Mart 1940.
[63] *Kızılay Arşivi*, Kutu No: 2508, Tarih: 23 Mart 1940, Sayı:8554.

hayvanlar için de 20 bin lira yardımın Kayseri'ye ulaştırıldığı anlaşılmaktadır.[64] Bu durum, depremde sadece gıda ve barınma yardımlarının yapılmadığını, aynı zamanda üretim ve geçim araçlarının teminini kapsayan çok yönlü bir yardım programının gerçekleştirildiğini göstermektedir. Felaketzedeler için çevre illerden de yardımlar yapılmıştır. Kızılay Cemiyeti Genel Merkezi tarafından 23 Mart 1940 tarihinde Kayseri Valiliği'ne gönderilmiş olan bir telgrafta; Seyhan Kızılay Merkezi'nde mevcut olan pirinç irmiğinin 500 kilosunun felaketzedeler için Kayseri'ye gönderilmesinin Seyhan Kızılay Merkezi'ne bildirildiği belirtilmiştir. Pirinç irmiğinin Kayseri Memleket Hastanesi Baştabipliği'ne teslim ettirilerek teslim belgesinin Kızılay Genel Merkezine gönderilmesi istenmiştir.[65] Nisan 1940 tarihinde ise Seyhan'da bulunan 8 sandık peynirin Kayseri Memleket Hastanesi'ne gönderilmesi ve teslim fişinin de Genel Merkeze ulaştırılması talep edilmiştir.[66] Diğer taraftan, felaketzedeler için Irak Hükümeti'nden Kayseri'ye 45 sandık hediye hurma gönderildiği tespit edilmiştir.[67] Görüleceği üzere yardımlar, sadece halkın barınma ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olmamış, diğer ihtiyaçların karşılanması için de çalışılmıştır.

22 Şubat 1940 tarihinde Başvekâlet ve ilgili bakanlıklara gönderilmiş olan yazılarda, evleri yıkılan köylülere ilk aşamada ekmek ve kuru gıda gönderilmesi istenmiştir. Kayseri Valisi Şefik Refik Soyer'in vermiş olduğu bilgilerden anlaşıldığına göre halk arasında korkunun ve heyecanın olduğu ve vatandaşların evlerine girmekten korktukları anlaşılmıştır. Açıkta kalan 5 köy halkı için geçici barınma sağlayabilmek için 300 adet çadırın İncesu istasyonuna ulaştırılması istenmiştir.[68]

SONUÇ

21 Şubat 1940 Kayseri'nin Develi ilçesi Çayırözü köyü merkezli meydana gelmiş olan depremin; sosyal, iktisadi, idari ve psikolojik sonuçları analiz edilmiştir. 21 Şubat Develi Depreminden daha önce yapılmış olan bazı çalışmalarda bahsedilmiş olsa da arşiv belgelerinden yeteri kadar istifade edilemediği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, 21 Şubat 1940 Develi Depremi ile ilgili bu çalışmada arşiv belgelerine ağırlık verilmiş; Kızılay Arşivi ile Cumhuriyet Arşivi verileri dikkatlice incelenmiştir. Konu ile ilgili analizlerde, arşivlere intikal etmiş olan belgeler ve raporlar değerlendirilmiştir. Diğer taraftan bu deprem çerçevesinde yerel ve ulusal basına ait veriler gözden geçirilmiş ve çalışma içeriğinde kullanılmıştır. 21 Şubat 1940 Develi Depremi ile ilgili gazetelerde de önemli oranda bilgiler yer almaktadır.

21 Şubat 1940 Develi Depremi; 5.2 şiddetinde meydana gelmiş, sonrasında da aralıklarla artçılar devam etmiştir. Depremin merkez üssünün Develi'nin Çayırözü (Senderemeke) köyü olması nedeniyle, en çok hasarın da Çayırözü ve çevresindeki köylerde meydana geldiği anlaşılmaktadır. Bu çerçevede; Çayırözü, Soysallı, Kulpak ve Kızık köyleri depremde en çok hasar alan köyler olmuştur. Bu nedenle can kayıpları tamamen Develi'ye bağlı köylerde meydana gelmiştir. Deprem, sadece Kayseri'nin Develi ilçesini değil; İncesu, Hacılar ve Yahyalı gibi çevre ilçeleri de etkilemiştir. Ancak, Develi dışındaki ilçelerde yalnızca binalarda hasar oluşmuş, can kaybı yaşanmamıştır. Toplamda 129 kişinin hayatını kaybetmiş olduğu bu depremde çok sayıda bina tamamen yıkılmıştır. Deprem, sadece can kayıplarına ve

[64] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 8 Mart 1940, Sayı: 6691; Tarih: 29 Mart 1940, Sayı: 6135; Tarih: 15 Nisan 1940, Sayı:15147; Tarih: 15 Nisan 1940, Sayı: 11073.; Tarih: 8 Mart 1940, Sayı: 6691; Tarih: 23 Mart 1940, Sayı:8554.
[65] *Kızılay Arşivi,* Kutu No:2508, Tarih: 23 Mart 1940, Sayı: 8582.
[66] *Kızılay Arşivi*, Kutu No:2508, Tarih: 2 Nisan 1940, Sayı: 9217.
[67] *Kızılay Arşivi*, Kutu No: 2508, Tarih: 4 Mart 1940, Sayı: 6458.
[68] *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-35.1, Tarih: 22 Şubat 1940; *Kızılay Arşivi,* Belge No: 2508-17, Tarih: 23 Şubat 1940.

bina yıkımına yol açmamış, aynı zamanda halkın psikolojisini, düzenini ve geçim kaynaklarını da derinden etkilemiştir. Yıkılan ve hasar gören evler, yıkılan ahırlar nedeniyle telef olan farklı türlerde yüzlerce hayvan, bölge halkını ekonomik ve psiko-sosyal açıdan derinden sarsmıştır.

Depremzedelerin başta barınma ihtiyaçları ve ekonomik kayıpları ilgililerin yakından takip etmiş oldukları konular arasında yer almıştır. Kızılay Cemiyeti ve diğer devlet kurumlarının yapmış oldukları sosyal ve ekonomik yardımlar dönemin şartları göz önüne alındığında oldukça değerli yardımlardır. Çadır, yiyecek, giyecek ve sağlık yardımlarının yanı sıra hayvan ve tohum yardımları ile halkın yeniden üretim faaliyetlerine dönmeleri amaçlanmıştır. Kızılay Arşivi belgelerinden anlaşıldığına göre, depremden etkilenen bölgelere nakit para yardımlarının da yapıldığı söylenebilir. Bu bilgiler, deprem bölgesine hem ayni hem de nakdî yardımların yapıldığını göstermektedir. Cumhuriyet Arşivi belgelerinden, dönemin yönetici ve görevlilerinin deprem bölgesinde gözlemler yaptıkları, raporlar sundukları ve bu raporlar sonucunda sürecin daha hızlı ve verimli yürütüldüğü anlaşılmaktadır.

27 Aralık 1939 tarihli Erzincan Depreminden sonra meydana gelmiş olan 21 Şubat 1940 Kayseri Develi Depreminin başlangıçta Erzincan depremi ile birlikte değerlendirilmek istendiği görülmektedir. Herhangi bir bölgede meydana gelmiş olan depremin jeolojik açıdan bağlantılı diğer bölgelerde yeni depremleri tetikleyebileceği bilgisi bir tarafa, Develi'de meydana gelmiş olan depremin Erzincan Depreminin bir artçısı olmadığını ve müstakil bir deprem olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan 21 Şubat 1940 Develi Depreminin yeterli sayıda artçı depremler ürettiği de bilinmektedir. Resmî kurumlara ait deprem verileri de depremle ilgili bu değerlendirmeyi doğrulamaktadır. Nihayet, 21 Şubat 1940 Kayseri Develi (Çayırözü) Depremi, oluşu ve etkileri itibarıyla önemli bir doğa olayıdır. Yapılmış olan bu çalışma ile bölgesel bir depremin ağırlıklı olarak sosyal, iktisadi ve psiko-sosyal etkileri analiz edilmiştir. Analizler neticesinde elde edilmiş olan bulgular, Develi ve çevresinin deprem tarihi hafızasına katkı sağladığı gibi olası olağanüstü durumlara yönelik önlemler üzerine fikrî bir zemin oluşturmuştur.

KAYNAKÇA

A. ARŞİV BELGELERİ

A1. Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi (BCA)

BCA, Kurum Kodu: 30.18.1.2, Yer Bilgisi: 91.53.12, Belge Tarihi: 31.05.1940.

BCA, Kurum Kodu: 30.10.0.0, Yer Bilgisi: 119.846.34, Belge Tarihi: 18.01.1941

A2. Kızılay Arşivi

Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 8288, Tarih: 21 Şubat 1940.

Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 8394, Tarih: 22 Şubat 1940.

Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-33, Tarih: 22 Şubat 1940.

Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-33.1, Tarih: 22 Şubat 1940

Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-33.2, Tarih: 22 Şubat 1940.

Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-35, Tarih: 22 Şubat 1940.

Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-35.1, Tarih: 22 Şubat 1940.

Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508, Sayı: 5101. Tarih: 22 Şubat 1940.

Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-17, Tarih: 23 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 5374, Tarih: 23 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 8394, Tarih: 22 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 8636, Tarih: 23 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 8722, Tarih: 24 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 8774, Tarih: 23 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-16, Tarih: 23 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-17, Tarih: 23 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-14, Tarih: 26 Şubat 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508, Sayı: 6458, Tarih: 4 Mart 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-28, Sayı: 6691, Tarih: 8 Mart 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-9, Tarih: 14 Mart 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508, Sayı: 11660, Tarih: 18 Mart 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-26, Sayı:8554, Tarih:23 Mart 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508, Sayı:8554, Tarih: 23 Mart 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 8582, Tarih: 23 Mart 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 6135, Tarih: 29 Mart 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 9217, Tarih: 2 Nisan 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı:15147, Tarih: 15 Nisan 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No:2508, Sayı: 11073, Tarih: 15 Nisan 1940.
Kızılay Arşivi, Kutu No: 2508-48, Tarih: Belirtilmemiş.

Gazeteler

Akşam, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 22 Şubat 1940, s. 1-1.
Akşam, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 22 Şubat 1940, s. 1-6
Akşam, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 22 Şubat 1940, s. 1-6.
Akşam, "Kayseri'de şiddetli bir zelzele oldu", 23 Şubat 1940, s. 1-4.
Akşam, "Kayserinin Develi Kazasında Dün de 30 ev yıkıldı", 24 Şubat 1940, s. 2-2.
Akşam, "Kayseri Zelzelesi", 27 Şubat 1940, s. 2-2.
Anadolu, "Zelzele Durmayor", 22 Şubat 1940, s. 1-5.
Anadolu, "Zelzele Durmayor", 22 Şubat 1940, s. 1-5.
Anadolu, "Ankara'da Zelzele", 23 Şubat 1940, s. 1-3.
*Anadolu, "*Dün de Zelzeleler Oldu", 28 Şubat 1940, s. 3-3.
Cumhuriyet, "Yeni bir zelzele felaketi", 22 Şubat 1940, s. 1-6.
Cumhuriyet, "Yeni bir zelzele felaketi", 22 Şubat 1940, s. 1-6.

Cumhuriyet, "Kayseri'deki Zelzele", 23 Şubat 1940, s. 3-3.

Cumhuriyet, "Kayseri'deki Zelzele", 27 Şubat 1940, s. 3-3.

Haber Akşam Postası, "Yeni Zelzele Felaketi", 22 Şubat 1940, s. 1-4

Haber Akşam Postası, "Yeni Zelzele Felaketi", 22 Şubat 1940. s. 1-4

Haber Akşam Postası, "Yeni Zelzele Felaketi", 22 Şubat 1940, s. 1-1.

Haber Akşam Postası, "Zelzele Devam Ediyor", 27 Şubat 1940, s. 2-2.

*İkdam, "*Dün Yeniden Zelzeleler Oldu", 25 Şubat 1940, s. 2-2.

Son Telgraf, "Kayseri'de yeni zelzele", 23 Şubat 1940, s. 1-3.

Tan, "Develi'de 417 Ev Yıkıldı", 27 Şubat 1940, s. 3-3.

Yeni Asır, "zelzele oldu", 22 Şubat 1940, s. 1-3.

Yeni Sabah, "Develi'de Zelzelenin Tahribatı", 24 Şubat 1940, s. 1-3.

Telif ve Tetkikler

Akgül, Aynur, *Kayseri İl Merkezi İçin Vs30 Kayma Dalgası Hızı Haritalarının Hazırlanması*, Nevşehir Hacı Bektaşi Veli Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2023.

Alpyürür, Mehmet, "Kayseri Kenti İçin Olasılıksal Sismik Tehlikenin Değerlendirilmesi", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* Sayı: 14 (1), 2023, s. 1-15.

Atabey, Eşref, *Deprem*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara 2000.

Ekiz, Fatma, "21 Şubat 1940 Develi Depremi ve Depreme Hazırlık ve Kentleşme", *Öncel Akademi,* s. 1-3.

Erkiletlioğlu Halit, *Geniş Kayseri Tarihi*, Can Matbaası, Kayseri 2006.

Kızılay Cemiyeti Merkezi Umumisi, *1940 Umumi Meclisine Sunulan Rapor*, Alaeddin Kıral Basımevi, Ankara 1940.

Özdemir, M. Ali, Tevfik Erkal, "Deprem Coğrafyası" *Deprem*, Editör: Yaşar Kibici, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yayın No:59, İleri Ofset, Afyonkarahisar 2005, s. 59-79.

Şimşek, Halil, *Deprem Bilgisi*, Harp Akademileri Basımevi, İstanbul 1999.

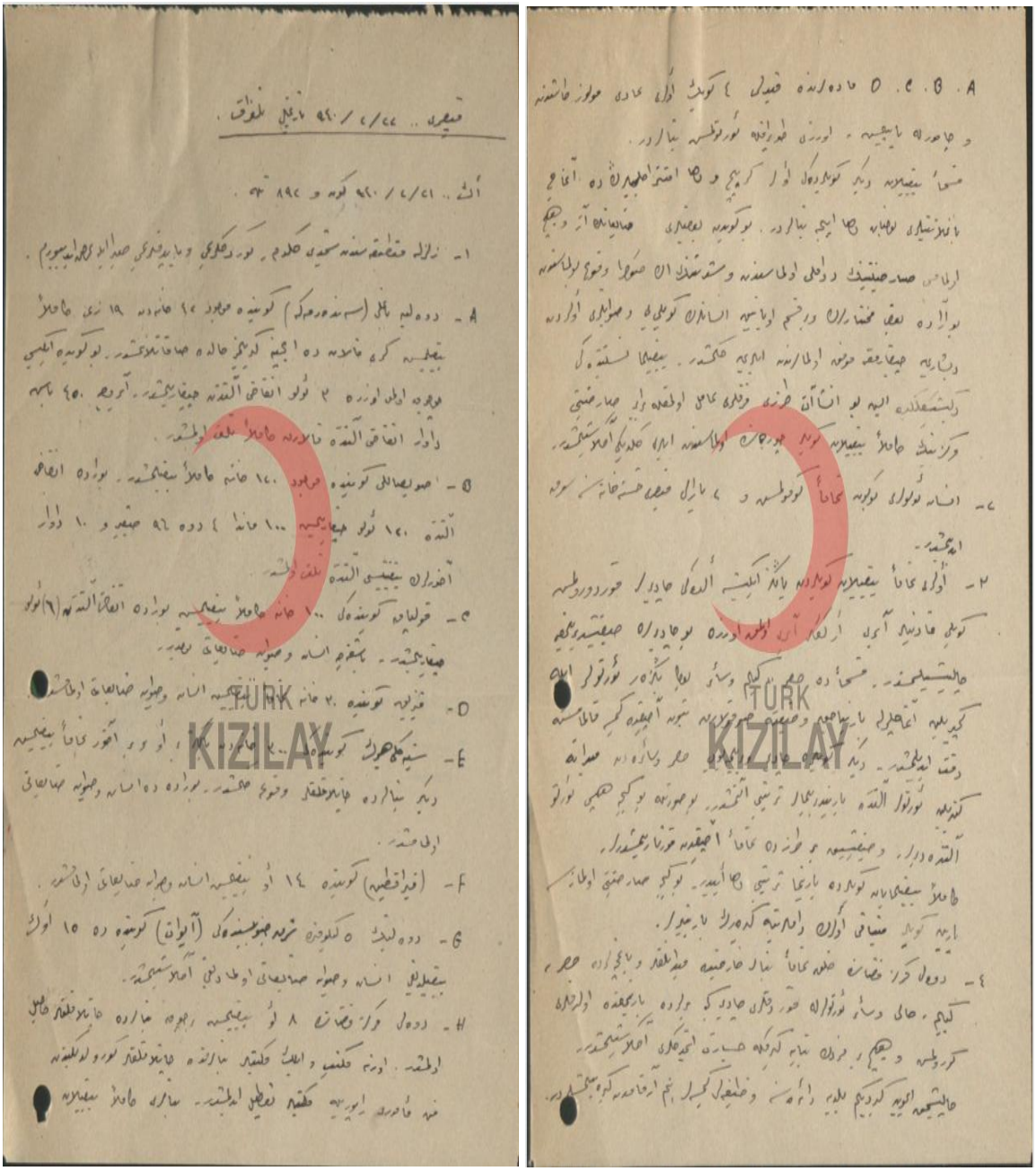
İnternet Kaynağı

http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/ (Son Giriş Tarihi: 30/06/2025).

EKLER

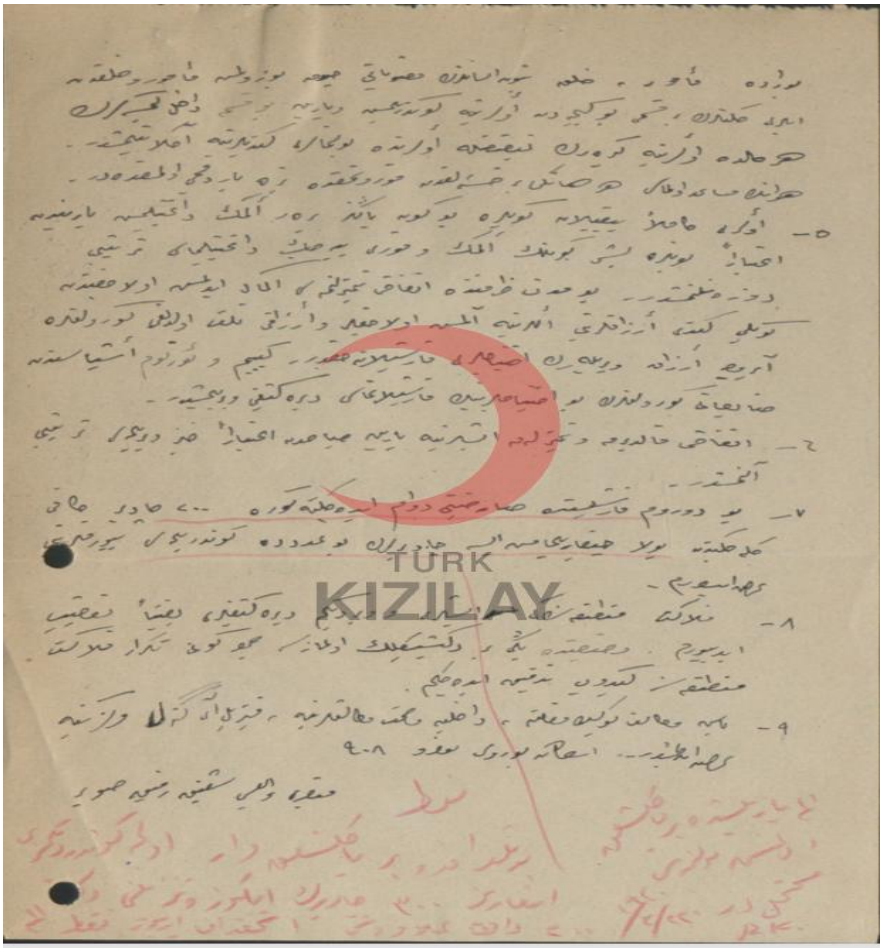
Ek: 1-2; Kayseri Valisi Şefik Soyer'in Depremle İlgili Raporu[69]

[69] *Kızılay Arşivi*, Belge No: 2508-33, 33-1, Tarih: 22 Şubat 1940.

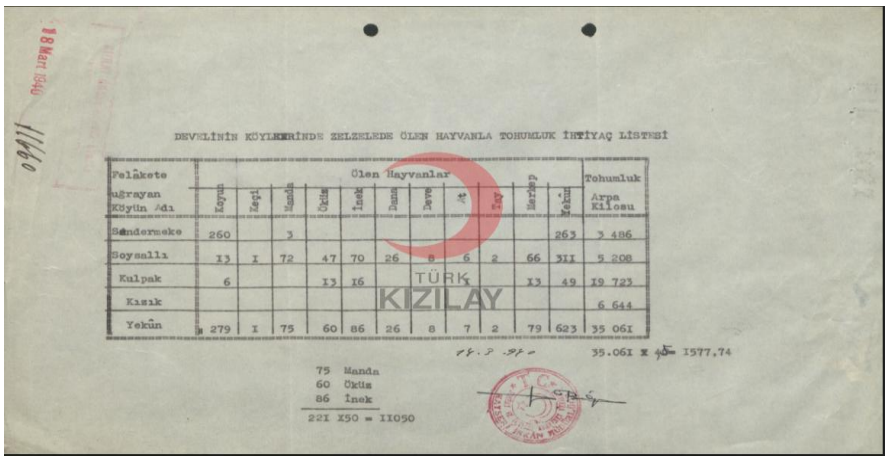


Ek-3: Kayseri Valisi Şefik Soyer'in Depremle İlgili Raporu[70]

[70] *Kızılay Arşivi*, Belge No: 2508-33.2, Tarih: 22 Şubat 1940.



Ek-4: Kayseri Valiliği İskân Müdürlüğü Develi Depremi Hayvan Zayiatı Listesi[71]



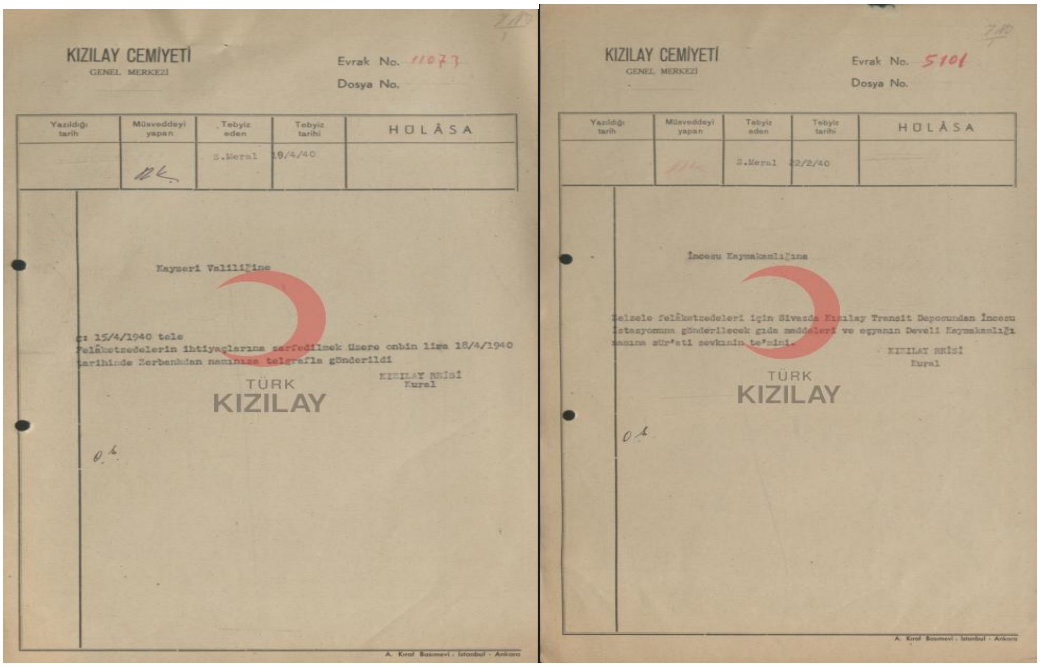
DEVELİNİN KÖYLERİNDE ZELZELEDE ÖLEN HAYVANLA TOHUMLUK İHTİYAÇ LİSTESİ

Felâkete uğrayan Köyün Adı	Ölen Hayvanlar										Tohumluk
	Koyun	Keçi	Manda	Öküz	İnek	Dana	Deve	At	Eşek	Muhtelif	Arpa Kilosu
Sündermeke	260		3							263	3 486
Soysallı	13	1	72	47	70	26	8	6	2	66	311 5 208
Kulpak	6			13	16					13	49 19 723
Kısık											6 644
Yekûn	279	1	75	60	86	26	8	7	2	79	623 35 061

35.061 x 45 = 1577,74

75 Manda
60 Öküs
86 İnek
221 X50 = 11050

[71] *Kızılay Arşivi*, Belge No: 2508, Tarih: 18 Mart 1940, Sayı: 11660.
[72] *Kızılay Arşivi*, Belge No: 2508, Tarih: 15 Nisan 1940, 11073.



KIZILAY CEMİYETİ
GENEL MERKEZİ
Evrak No. 11073
Dosya No.

Yazıldığı tarih	Müsveddeyi yapan	Tebyiz eden	Tebyiz tarihi	HULÂSA
		S.Meral	19/4/40	

Kayseri Valiliğine

ç: 15/4/1940 tele
Felâketzedelerin ihtiyaçlarına sarfedilmek üzere onbin lira 18/4/1940 tarihinde Zerbankdan nemalarına telgrafla gönderildi

KIZILAY Müsl
Vural

TÜRK
KIZILAY

KIZILAY CEMİYETİ
GENEL MERKEZİ
Evrak No. 5101
Dosya No.

Yazıldığı tarih	Müsveddeyi yapan	Tebyiz eden	Tebyiz tarihi	HULÂSA
		S.Meral	22/2/40	

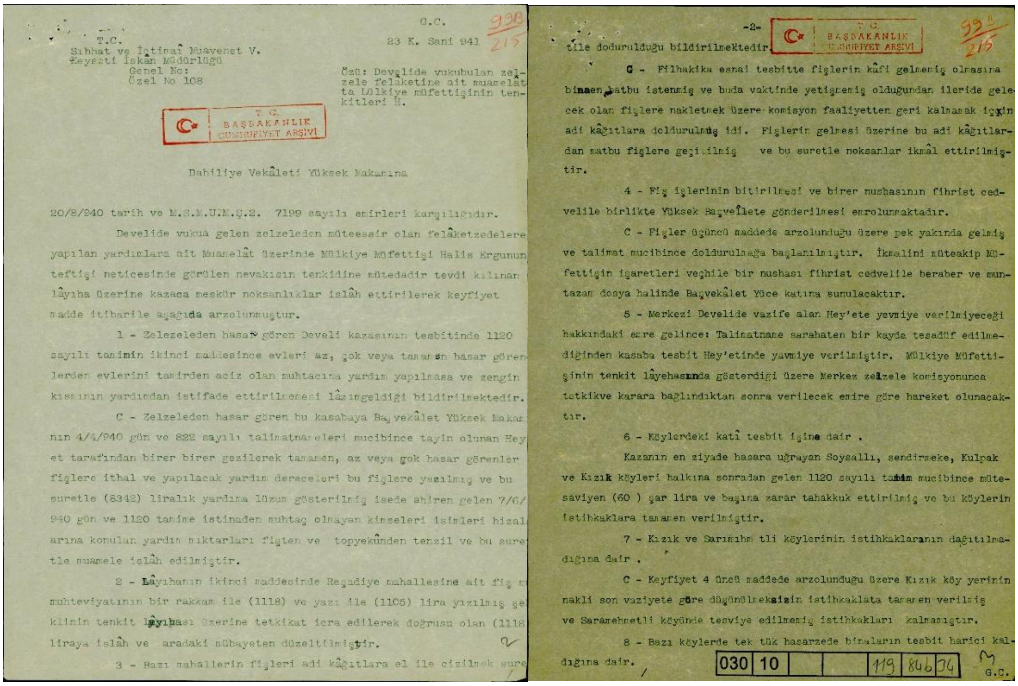
İnönü Kaymakamlığına

Zelzele felâketzedeleri için Sivasda Kızılay Transit Depocundan İnönü İstasyonuna gönderilecek gıda maddeleri ve eşyanın Develi Kaymakamlığı namına süratı sevkinin temini.

KIZILAY Müsl
Vural

TÜRK
KIZILAY

Ek-5: Felaketzedelere Yapılacak Yardıma Dair Rapor[73]



T.C.
Sıhhat ve İctimaî Muavenet V.
Heyetî İskân Müdürlüğü
Genel No:
Özel No 108

T.C. BAŞBAKANLIK CUMHURİYET ARŞİVİ

C.C.
23 K. Sani 941

Özü: Develide vukubulan zelzele felâketine ait muamelâta Mülkiye müfettişinin tenkitleri H.

Dahiliye Vekâleti Yüksek Makamına

20/8/940 tarih ve M.S.M.U.M.Ş.2. 7199 sayılı emirleri karşılığıdır.

Develide vukua gelen zelzeleden müteessir olan felâketzedelere yapılan yardımlara ait muamelât üzerinde Mülkiye Müfettişi Halis Ergunun teftişi neticesinde görülen nevakisin tenkidine mütedair tevdi kılınan lâyiha üzerine kazaca meskûr noksanlıklar islâh ettirilerek keyfiyet madde itibarile aşağıda arzolunmuştur.

1 - Zelzeleden hasara giren Develi kazasının tesbitinde 1120 sayılı tanimin ikinci maddesine evleri az, çok veya tamamen hasar görenlerden evlerini tamirden aciz olan muhtacına yardım yapılması ve zengin kimsenin yardımdan istifade ettirilmemesi lâzımgeldiği bildirilmektedir.

C - Zelzeleden hasar gören bu kasabaya Başvekâlet Yüksek Makamının 4/4/940 gün ve 822 sayılı talimatnameleri mucibince tayin olunan Heyet tarafından birer birer gezilerek tamamen, az veya çok hasar görenler fişlere ithal ve yapılacak yardım dereceleri bu fişlere yazılmış ve bu suretle (6342) liralık yardıma lüzum gösterilmiş iseöe ahiren gelen 7/6/940 gün ve 1120 tanime istinaden muhtaç olmayan kimseleri isimleri hizalarına konulan yardım miktarları fişten ve topyekûnden tenzil ve bu suretle muamele islâh edilmiştir.

2 - Lâyihanın ikinci maddesinde Reşadiye mahallesine ait fiş numuneviyatının bir rakkam ile (1118) ve yazı ile (1105) lira yazılmış şeklinin tenkit lâyihası üzerine tetkikat icra edilerek doğrusu olan (1118) liraya islâh ve aradaki mübayeten düzeltilmiştir.

3 - Bazı mahallerin fişleri adi kâğıtlara el ile çizilmek sure

-2-

T.C. BAŞBAKANLIK CUMHURİYET ARŞİVİ

tile doldurulduğu bildirilmektedir.

C - Fiilhakika esnai tesbitte fişlerin kâfi gelmemiş olmasına binaen matbu istenmiş ve buda vaktinde yetişmemiş olduğundan ileride gelecek olan fişlere nakletmek üzere komisyon faaliyetten geri kalmamak için adi kâğıtlara doldurulmuş idi. Fişlerin gelmesi üzerine bu adi kâğıtlardan matbu fişlere geçirilmiş ve bu suretle noksanlar ikmâl ettirilmiştir.

4 - Fiş işlerinin bitirilmesi ve birer nushasının fihrist cedvelile birlikte Yüksek Başvekâlete gönderilmesi emrolunmaktadır.

C - Fişler üçüncü maddede arzolunduğu üzere pek yakında gelmiş ve talimat mucibince doldurulmağa başlanılmıştır. İkmalini müteakip Müfettişin tenkit lâyihasında gösterdiği üzere Merkez zelzele komisyonunca tetkikve karara bağlandıktan sonra verilecek emire göre hareket olunacaktır.

5 - Merkezi Develide vazife alan Heyete yevmiye verilmiyeceği hakkındaki emre gelince: Talimatname sarahaten bir kayda tesadüf edilmediğinden kasaba tesbit Heyetinde yevmiye verilmiştir. Mülkiye Müfettişinin tenkit lâyihasında gösterdiği üzere Merkez zelzele komisyonunca tetkikve karara bağlandıktan sonra verilecek emire göre hareket olunacaktır.

6 - Köylerdeki katî tesbit işine dair .

Kazanın en ziyade hasara uğrayan Soysallı, Sendireke, Kulpak ve Kızık köyleri halkına sonradan gelen 1120 sayılı tanim mucibince müteseviyen (60) şar lira ve başına zarar tahakkuk ettirilmiş ve bu köylerin istihkaklara tamamen verilmiştir.

7 - Kızık ve Sarımehmetli köylerinin istihkaklarının dağıtılmadığına dair .

C - Keyfiyet 4 üncü maddede arzolunduğu üzere Kızık köy yerinin nakli son vaziyete göre düşünülmekle istihkaklara tamamen verilmiş ve Sarımehmetli köyünde tesviye edilmemiş istihkakları kalmamıştır.

8 - Bazı köylerde tek tük hasarzede binaların tesbit harici kaldığına dair.

030 | 10 | | | 119 | 846 | 94

C.C.

Ek-6: Gazete Haberi[74]

Ek-7: Gazete Haberi[75]

[73] *BCA*, Kurum Kodu:30.10.0.0, Yer Bilgisi:119.846.34, Belge Tarihi:18.01.1941

[74] *Cumhuriyet*, 22 Şubat 1940.
[75] *Akşam*, 23 Şubat 1940.

Yeni bir zelzele felâketi

Develi ve Incesuda 18 defa şiddetli sarsıntılar oldu

35 ölü, 22 yaralı var

Şiddetli bir zelzeleye uğrayan Erciyeş dağının eteğindeki Develi kasabası

Kayseri zelzelesi

Develi ile 7 köyünde 56 ölü, 22 yaralı var

Rasathane bu zelzelenin, Erzincan zelzelesinden tamamen ayrı olduğunu bildiriyor

Erciyeş dağında heyelân başlamış

Ankara 22 (Telefonla) — Kayserinin Develi kazasında vuku bulan zelzele hakkında buraya mütemmim malûmat gelmiştir. Bu kazanın 7 köyünde 307 ev yıkılmış, birçok evlerin ve bazı resmî dairelerin de duvarları tehlikeli surette çatlamıştır. Kaza merkezi ile 7 köyünde tesbit edilen ölü miktarı 56 dır. 22 ağır yaralı vardır. Kayseriden yiyecek, giyecek ve ilâç gönderildiği bildirilmektedir.

Kayseri 22 (Telefonla) — Zelzelenin bilhassa Develi kazası ve köylerinde tesirini gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu kazaya bağlı Soysallı köyünde enkaz altında kalan ölü ve yaralıların çıkarılmasına devam olunmaktadır.

Şimdiye kadar 50 ölü ve 22 yaralı çıkarılmıştır. Yıkılan evlerin 300 ü geçtiği tahmin olunmaktadır. Develi kazasının Reşadiye mahallesinde de birçok ev yıkıldığı bildirilmektedir. Zelzele burada fasılalı surette olduğundan halk evlerinden kaçmağa vakit bulabilmiştir. Bu suretle enkaz altında üç kişi kalmış ve ölmüştür. Senderemeke köyünde de tahribat fazladır.

Develi kazası orta okulunun duvarları tehlikeli surette çatlamış, postane binası da tehlikeli vaziyete girdiğinden memurlar çadırlara nakledilmişlerdir. Şimdiki halde memurlar çadırlarda çalışıyorlar.

Kayseri valisi zelzele mıntakasında icap eden tedbirleri almakla meşguldür. Açıkta kalanların barınmalarına çalışıldığı gibi yaralılar da tedavi edilmek üzere hastanelere kaldırılmaktadır.

(Devamı 4 üncü sahifede)

TRUST-WEIGHTED SENTIMENT FILTERING AND QUERY-BASED RECOMMENDATION FOR TURKISH E-COMMERCE REVIEW

Mustafa ERŞAHİN

Commencis Technology, R&D Department

Utku GEZENSOY

Faculity of Dokuz Eylül University, Computer Engineering

ABSTRACT

As This study introduces a sentiment analysis-based recommendation framework tailored for Turkish e-commerce platforms, aiming to bridge the gap between user-generated textual feedback and product suggestion mechanisms. The dataset used consists of consumer reviews labeled with star ratings and accompanied by engagement metrics such as likes and dislikes. To assess sentiment polarity, a rule-based labeling technique was applied based on rating thresholds, categorizing reviews as positive, neutral, or negative. Additionally, a custom "reliability score" was introduced by normalizing the ratio of likes to total reactions, offering a measure of trustworthiness for each review. Aspect-based filtering logic was implemented using regular expressions to detect product-related attributes, enabling users to perform natural language queries such as "affordable phones with good screen quality." Unlike conventional machine learning pipelines, this approach emphasizes transparency and linguistic rule application, which makes it more interpretable for low-resource languages like Turkish. The system retrieves relevant reviews while simultaneously displaying their sentiment polarity and reliability scores, providing richer context to the end user. Results indicate that even in the absence of advanced deep learning models, effective filtering and ranking can be achieved through carefully designed heuristics and language-aware rules. This approach presents a viable baseline for future hybrid systems combining sentiment analysis and personalized recommendations in underrepresented languages.

Keywords: Recommendation; Turkish Natural Language Processing (NLP); E-Commerce Reviews; Aspect-Based Filtering

INTRODUCTION

The proliferation of e-commerce platforms has transformed consumer behavior, enabling users to share experiences through online reviews. These textual evaluations provide valuable insights into product quality, user satisfaction, and potential deficiencies. As the volume of user-generated content has increased, the importance of effective sentiment analysis has grown proportionally. Sentiment analysis—an application of natural language processing (NLP) and machine learning (ML) extracts subjective opinions from textual data and converts them into quantifiable insights, facilitating user-centric recommendation systems. In recent years, such systems have become a cornerstone for enhancing user experience in digital commerce environments[1,2]

Traditional recommendation engines have primarily relied on structured metadata such as user ratings and product categories. However, these systems often lack the nuance required to

capture user intent embedded in free-text reviews. By integrating sentiment analysis into the recommendation pipeline, modern systems can tailor suggestions not only based on numerical ratings but also on the emotional tone and semantic content of user feedback[3]. This hybrid approach has shown notable improvements in predictive performance and user engagement[4]. Moreover, Turkish-language sentiment analysis remains an underexplored area compared to English-based systems, despite the growing Turkish digital consumer base. Addressing the linguistic challenges of agglutinative structures, sparse resources, and informal text formats in Turkish remains essential for advancing inclusive and language-sensitive recommendation technologies[5,6].

This study presents a Turkish-language sentiment analysis and recommendation system that leverages TF-IDF vectorization and logistic regression for sentiment classification, coupled with a rule-based relevance filtering mechanism. A novel reliability scoring metric is also introduced to assess the credibility of user reviews. This integrated pipeline aims to support aspect-based search queries (e.g., “telephones with good screens”) while displaying trust indicators derived from community feedback.

RELATED WORKS

Sentiment analysis and recommender systems have increasingly converged in recent years to support more nuanced and user-centered information retrieval, particularly in the e-commerce domain. Traditional recommendation approaches such as collaborative filtering or content-based filtering have long dominated the field12; however, these methods often fail to capture the subtleties of user opinion or the context-specific sentiment embedded in textual reviews .

To overcome such limitations, recent studies have proposed hybrid models that integrate sentiment-aware and explainable recommendation mechanisms. For example, Ma et al. proposed a dual-attention neural architecture that incorporates sentiment polarity and opinion aspect for fine-grained recommendation generation, significantly improving interpretability and accuracy on real-world datasets13. Similarly, Fang et al. introduced a sentiment-aware matrix factorization model that leverages opinion phrases directly from user reviews, demonstrating improved user satisfaction and trust14.

Explainability has also emerged as a critical area of concern in modern recommendation research. Wang et al. developed an explainable recommendation framework using knowledge graphs and natural language generation to provide human-understandable justifications for item suggestions15. This is particularly relevant for platforms where user trust and transparency directly affect platform engagement, such as online marketplaces and review-based platforms.

Furthermore, trust modeling in recommendation has seen substantial advancement. Zhao et al. proposed a trust-aware recommendation model that ranks reviews based on helpfulness scores, showing that reliability-aware filtering enhances user decision-making, especially in scenarios with high review volume16. This aligns closely with our study’s emphasis on review reliability via user feedback metrics such as “clap” and “thumbsdown.”

In addition, language-specific challenges have received more attention in multilingual settings. Turkish, being an agglutinative and morphologically rich language, presents unique preprocessing hurdles for NLP tasks. Yildiz et al. addressed these challenges by introducing a BERT-based sentiment classification model tailored for Turkish e-commerce reviews, outperforming standard classifiers and confirming the value of language-specific optimization17. Their findings reinforce the importance of token-level handling, synonym expansion, and sentiment consistency in Turkish-language recommendation systems.

Finally, domain-specific research has begun to emphasize aspect-based sentiment analysis (ABSA) as a pivotal technique for aligning user queries with relevant product features. Liu et al. proposed an attention-based ABSA framework for e-commerce platforms18, allowing recommendations to respond not only to general sentiment polarity but also to context-specific features like “battery life” or “screen quality,” which are especially pertinent in product review filtering .

In light of these developments, the present study contributes by integrating high-precision regex-based retrieval with sentiment filtering and review reliability scoring to produce a lightweight, transparent, and user-intent-aligned recommendation pipeline. This approach is not only explainable and language-sensitive but also computationally efficient—addressing the dual challenge of transparency and scalability.

METHODOLOGY

This study adopts a design-oriented methodological framework to develop a sentiment-aware and reliability-weighted recommendation system tailored to Turkish e-commerce data. The approach integrates rule-based sentiment labeling using star ratings, linguistic preprocessing (tokenization, lowercasing, and stopword elimination), and visual exploration via word clouds. Reliability is calculated through user engagement metrics, specifically a normalized ratio of positive (clap) to total feedback (clap + thumbsdown), reflecting recent findings that user trust signals enhance recommendation relevance and credibility[7].

Instead of using pre-trained transformer-based architectures, this work emphasizes lightweight, interpretable, and language-specific techniques, which have shown effectiveness in morphologically complex languages like Turkish[8]. A query-driven retrieval mechanism is also implemented, allowing users to search product feedback with natural phrases such as “telefon ekranı güzel”. The matching logic incorporates pattern-based keyword detection and filters the results according to sentiment class and a visual reliability score, in line with recent research emphasizing human-centered and transparent recommendation pipelines[9–11].

Dataset Description

The dataset utilized in this study consists of Turkish-language e-commerce product reviews, including structured metadata such as product identifiers, star ratings, review titles, full review texts, and user engagement metrics (clap and thumbsdown counts). These reviews represent real-world customer opinions from a diverse range of product categories, allowing for sentiment analysis grounded in authentic linguistic patterns and user preferences. (Table 1: Each review entry contains the following key attributes).

Column Name	Description
product_id	A unique identifier representing each product.
title	The headline provided by the reviewer.
review	The full textual feedback written in Turkish.
star	An integer-based rating ranging from 1 to 5, indicating the user's overall satisfaction level.
clap	Numerical value indicating positive feedback received from other users.
thumbsdown	Numerical value indicating negative feedback received from other users.

Table 1: Each review entry contains the following key attributes

To enhance interpretability and ensure consistency in sentiment annotation, a sentiment polarity label was created based on star ratings:

- Reviews rated 1 or 2 were labeled as negative (-1)
- Ratings of 3 were considered neutral (0)
- Ratings of 4 or 5 were labeled as positive (+1)

In addition to sentiment labels, a reliability score was calculated for each review. This score, normalized and converted into percentage format, serves as a proxy for user trustworthiness and plays a vital role in filtering and prioritizing reviews within the recommendation system.

The dataset includes tens of thousands of reviews, making it a suitable corpus for sentiment modeling, reliability analysis, and user-query matching in Turkish-language contexts. Furthermore, the presence of both quantitative and qualitative feedback enables a hybrid approach that leverages rule-based classification alongside linguistic feature exploration.

Data Preprocessing

Prior to model training and recommendation generation, the raw dataset underwent a series of preprocessing steps designed to enhance data quality, reduce noise, and standardize textual features for natural language analysis.

First, missing values were addressed. All missing entries in the title column were replaced with the placeholder "Basliksiz", while reviews with null values in the review field were removed to prevent downstream inconsistencies. Additionally, the display settings of the data frame were adjusted to reveal complete textual content and ensure visual clarity during analysis. Next, a sentiment label was assigned to each review based on its corresponding star rating. Following established conventions in the literature, star ratings of 1 or 2 were categorized as negative (-1), 3 as neutral (0), and 4 or 5 as positive (1). This transformation enabled supervised learning models to utilize a structured target variable for classification tasks.

To further prepare the text for analysis, a custom text cleaning function was implemented. This function involved lowercasing all letters, removing punctuation and special characters, and eliminating stopwords specific to the Turkish language. The stopword list was sourced from NLTK and manually extended to better suit colloquial usage patterns. The cleaned text was stored in a new column named cleaned_review. To visualize the distribution of high-frequency terms after cleaning, a word cloud was generated, offering a compact summary of dominant expressions used across product reviews (Figure 1: Most Frequently Occurring Words).

Figure 1: Most Frequently Occurring Words

Review Reliability Scoring

To enhance the interpretability and trustworthiness of user-generated content, a reliability score was computed for each review based on community engagement metrics. Specifically, the clap and thumbsdown counts—representing positive and negative user reactions, respectively—were combined using a ratio-based formula:

$$\text{Reliability Score} = \left(\frac{\text{Clap}}{\text{Clap} + \text{Thumbsdown}} \right) \times 100$$

Figure 2: Reliability Score Formula

The reliability score RRR, as shown in Figure 2, was designed to reflect the social trust of each review based on positive versus negative user interactions. This ratio quantifies the proportion of users who found a particular review helpful or agreeable. To ensure consistent readability, the resulting score was rounded to the nearest multiple of 5 (e.g., 73% becomes 75%), producing reliability values in increments such as 60%, 70%, or 95%.

Unlike traditional sentiment analysis techniques that rely solely on reviewer input, this additional metric introduces a community-validated perspective, enriching the recommendation logic with a measure of review credibility. This layer of validation is particularly beneficial in filtering out potentially misleading or low-quality reviews, as it accounts for collective agreement or disagreement among platform users. The final reliability value is included as a separate attribute in the dataset and is displayed alongside each matched review during keyword-based query results, providing users with contextual insight into the social trust of each opinion.

Search Query Matching Mechanism

To enable effective retrieval of relevant product reviews, the system incorporates a lightweight, pattern-based query matching engine. Instead of relying on embedding-based or transformer-based semantic similarity models, which are computationally intensive and often language-resource dependent, this study adopts a regular expression (regex)-driven approach optimized for Turkish textual input.

User queries—phrases such as “ekranı güzel” or “kaliteli kumaş”—are first preprocessed by converting all characters to lowercase and removing non-alphanumeric symbols. These cleaned queries are then tokenized into keywords. A basic keyword extractor isolates meaningful terms, which are matched against preprocessed review texts stored in the cleaned_review column. The review corpus is filtered using the following matching rule: a review is considered relevant only if it contains all the tokens from the user query. This Boolean AND logic ensures high-precision retrieval, emphasizing explicit semantic overlap. Additionally, a sentiment constraint can be applied (e.g., restricting to only positive sentiment reviews), as defined by the rank output label.

To account for lexical variation in Turkish, regular expressions are extended to include common synonyms and morphological variants. For instance, the search token “ekran” may also match “görüntü” or “panel” based on a manually defined synonym map. This mechanism not only allows for interpretable and transparent result generation, but also provides a foundation for

aspect-based search, where users can retrieve reviews that express sentiment toward specific product features rather than general satisfaction.

An example of successful query execution is illustrated in Figure 3, where the search for “kaliteli kumaş” returns 152 relevant reviews ranked by reliability.

In contrast, Figure 4 demonstrates the system’s graceful handling of unmatched queries—such as “uzay teknolojisi”—by providing clear feedback and returning an empty results table instead of failing silently or producing unrelated output.

```
query = "kaliteli kumaş"
results = search_reviews_by_query(df, query)
print(f"🔍 '{query}' için güvenilirliğe göre sıralanmış {len(results)} sonuç bulundu.")
results.head(10)
```

```
🔍 'kaliteli kumaş' için güvenilirliğe göre sıralanmış 152 sonuç bulundu.
```

	product_id	title	review	star	reliability
16777	1401	Basliksiz	Tahmin ettiğimden daha fazla hacmi var, iki ha...	5	100
58016	460	beş yıldız	kurulumu cok basit süngeri ve kumaşı da kalite...	5	100
84568	1425	Bu fiyata çok güzel	Fiyatına göre ürün gayet güzel minik ama gövde...	5	100
139524	1140	Güzel Ürün	Ürün güzel beğendim kumaşı kaliteli kurulumu k...	5	100
124061	284	Çok iyi	Kaliteli, kullanışlı, tabanı kumaş üzerinde k...	5	100
124420	923	Şeffaf paket içerisinde ve hızlı kargo ..	Ürün tam anlatıldığı gibi görseldekinin aynısı...	5	100
141905	1554	Beş yıldız mükemmel	Ürünü beğendim güneş ışığını kesiyor kaliteli ...	5	100
121444	1599	Basliksiz	Ürün çok hafif. Bu har gücü yeterli. Her kumaş...	4	100
262018	878	super	kumaşı çok kaliteli\nkoltuklarda kaliteli\nrah...	5	100
267115	2560	İyi	Ürünün kumaşı çokta kaliteli değil ama fiyatın...	4	100

Figure 3: Example Query 1

```
search_reviews_by_query(df, "uzay teknolojisi")
```

```
⚠ 'uzay teknolojisi' için uygun yorum bulunamadı.
product_id  title  review  star  reliability
```

Figure 4: Example Query 2

Recommendation Output and Ranking Logic

Following the query-based retrieval of relevant reviews, the system performs an additional ranking step to guide users toward the most trustworthy and representative content. This ranking is primarily governed by the reliability score, which quantifies the collective user agreement on the helpfulness of a review based on positive (clap) and negative (thumbsdown) feedback. Reviews with higher reliability are prioritized to appear earlier in the output list, enhancing the transparency and quality of recommendations.

Beyond mere presentation, a secondary optional product recommendation mechanism is triggered when the user's query includes at least one term from a predefined product vocabulary (e.g., "telefon", "pantolon", "tablet"). If such a term is detected, the system interprets the query not only as a request for feature-aligned reviews, but also as a preference for discovering a relevant product. In such cases, the system identifies products associated with high-reliability reviews (≥60%) and returns one top product per matching item, using groupby logic to prevent repetition. This process mirrors recent developments in explainable recommender systems,

where user queries are mapped to opinion-enriched items through transparent rules instead of latent factor embeddings.

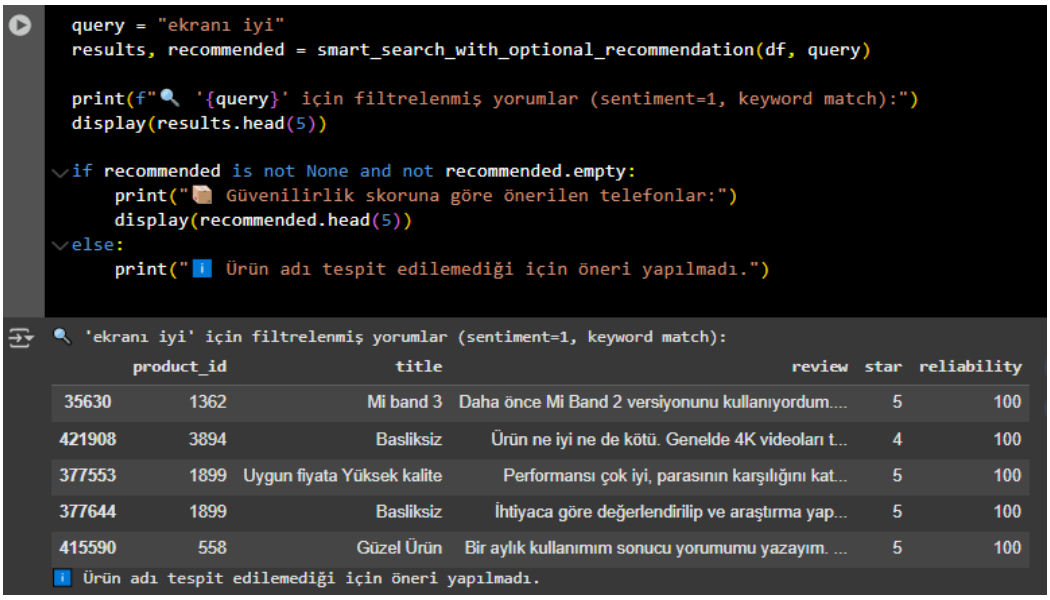
The final output includes:

- Reviews filtered by query keyword(s) and sentiment class
- Ordered results based on review reliability
- A distinct recommendation list (if applicable), where one high-confidence review per product is displayed as a suggestion

This dual-structured architecture—combining exact-match review retrieval with aggregated, trust-based recommendation output—enables users to receive contextual insights while promoting high-quality user feedback.

Figure 5 shows the system response for the query "ekranı iyi", where the input expresses a feature preference but lacks a specific product class. As a result, only relevant reviews are displayed, and no product recommendation is made.

In contrast, Figure 6 presents the query "ekranı iyi telefon", where the inclusion of a known product term (“telefon”) triggers the recommendation logic. The system not only retrieves relevant reviews but also suggests specific phones that meet both the sentiment and reliability thresholds, demonstrating the adaptability of the hybrid architecture.



```
query = "ekranı iyi"
results, recommended = smart_search_with_optional_recommendation(df, query)

print(f"🔍 '{query}' için filtrelenmiş yorumlar (sentiment=1, keyword match):")
display(results.head(5))

if recommended is not None and not recommended.empty:
    print("📦 Güvenilirlik skoruna göre önerilen telefonlar:")
    display(recommended.head(5))
else:
    print("ℹ️ Ürün adı tespit edilemediği için öneri yapılmadı.")
```

```
🔍 'ekranı iyi' için filtrelenmiş yorumlar (sentiment=1, keyword match):
```

	product_id	title	review	star	reliability
35630	1362	Mi band 3	Daha önce Mi Band 2 versiyonunu kullanıyordum....	5	100
421908	3894	Basliksiz	Ürün ne iyi ne de kötü. Genelde 4K videoları t...	4	100
377553	1899	Uygun fiyata Yüksek kalite	Performansı çok iyi, parasının karşılığını kat...	5	100
377644	1899	Basliksiz	İhtiyaca göre değerlendirilip ve araştırma yap...	5	100
415590	558	Güzel Ürün	Bir aylık kullanımım sonucu yorumumu yazayım. ...	5	100

```
ℹ️ Ürün adı tespit edilemediği için öneri yapılmadı.
```

Figure 5: Example Query 3

```
[16]  query = "ekranı iyi telefon"
      results, recommended_products = smart_search_with_optional_recommendation(df, query)

      print(f"🔍 '{query}' için yorumlar:")
      display(results.head(5))

      if recommended_products is not None:
          print("📦 Güvenilirliğe göre önerilen ürünler:")
          display(recommended_products.head(5))
      else:
          print("ℹ️ Öneri yapılmadı çünkü ürün adı tespit edilemedi.")
```

🔍 'ekranı iyi telefon' için yorumlar:

	product_id	title	review	star	reliability
39890	1362	Mi band III	Uyku takip ve nabız kontrolü iyi çalışıyor. Al...	5	100
35630	1362	Mi band 3	Daha önce Mi Band 2 versiyonunu kullanıyordum....	5	100
130463	3879	çok başarılı	Ofise aldık, telfon santralı almamıza gerek ka...	5	100
54489	2173	başarılı ürün	Telefonal satıcısından aldım. Sorunsuz hızlı ş...	5	100
39764	1362	Almak için kuşkunuz olmasın.	Uykuya ve spora özen gösterenlerin kesinlikle ...	5	100

📦 Güvenilirliğe göre önerilen ürünler:

	product_id	title	review	reliability
39890	1362	Mi band III	Uyku takip ve nabız kontrolü iyi çalışıyor. Al...	100
130463	3879	çok başarılı	Ofise aldık, telfon santralı almamıza gerek ka...	100
54489	2173	başarılı ürün	Telefonal satıcısından aldım. Sorunsuz hızlı ş...	100
250429	3016	Basliksiz	Diğer kargolar 2 gün içinde ulaşırken seçilebi...	100
249621	2445	Basliksiz	Telefonum aynı gün kargoya verildi ve ertesi g...	100

Figure 6: Example Query 4

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study successfully developed a sentiment analysis–based recommendation approach tailored to Turkish-language e-commerce reviews. The preprocessing pipeline included stopword removal, normalization, and token-level cleaning to ensure linguistic consistency. A sentiment label was then assigned to each review based on star ratings, enabling sentiment classification into negative, neutral, and positive classes.

In addition to textual sentiment indicators, a reliability score was introduced, calculated from the ratio of positive to total user feedback (clap vs. thumbsdown), thereby incorporating community consensus into the recommendation logic. This trust metric provided an additional dimension for filtering and interpreting user reviews, particularly when presenting suggestions for user-entered queries.

The core retrieval system allowed users to enter aspect-based search terms such as “ekranı iyi telefon” (“a phone with a good screen”), upon which the algorithm filtered and listed reviews that contained both the relevant feature (e.g., “ekran”) and a valid product class (e.g., “telefon”), ranking them based on sentiment and reliability.

The hybrid use of regular expression–based pattern matching and reliability-weighted display logic enabled the system to mimic a lightweight recommendation engine without relying on traditional collaborative filtering or matrix factorization methods. Despite the lack of a machine learning classifier at this stage, the proposed model effectively handled aspect-based sentiment retrieval in Turkish, which is particularly valuable given the scarcity of high-quality, labeled NLP resources for the language.

In conclusion, the proposed architecture demonstrates a functional and scalable framework for extracting relevant, sentiment-rich, and trustworthy product suggestions from free-form Turkish reviews. It lays foundational groundwork for future integration of more advanced NLP

models, such as transformers or supervised classifiers, while offering immediate value in low-resource recommendation scenarios.

he findings of this study provide meaningful insights into the practical deployment of sentiment-based recommendation systems in low-resource languages such as Turkish. By combining pattern-based query logic with sentiment classification and user-based reliability scoring, the proposed system bridges the gap between computational efficiency and interpretability—two often conflicting goals in modern natural language processing (NLP) applications.

Unlike neural network-based models that demand large annotated datasets and high computational resources, our approach relies on simple rule-based techniques—such as Boolean keyword matching and sentiment labeling via star ratings—that are both scalable and transparent. This strategy aligns with recent calls in the literature advocating for low-complexity, explainable AI methods in real-world deployment scenarios, particularly in under-resourced language contexts .

The use of a derived reliability score based on user engagement (claps vs. thumbsdown) introduces a novel metric for quality control in recommendation systems. Traditional collaborative filtering and matrix factorization approaches often lack such direct quality signals and depend heavily on latent user-item interactions . In contrast, our framework directly incorporates perceived usefulness into ranking logic, enhancing user trust and content relevance. Moreover, the integration of aspect-based filtering—allowing users to search for feature-specific expressions like "ekranı iyi" (good screen)—demonstrates the feasibility of deploying fine-grained sentiment analysis without the need for dependency parsing or pretrained transformers. This is particularly relevant in languages like Turkish, where morphological richness can hinder generalization in black-box models .

Despite its simplicity, the system also supports product-level recommendations by leveraging a hybrid of content-based filtering and rule-driven heuristics. This layered recommendation architecture is inspired by recent developments in interpretable recommendation frameworks . Notably, the dual-output structure—retrieved reviews and aggregated product suggestions—enhances the system's practicality in e-commerce scenarios. However, the approach is not without limitations. The reliance on keyword overlap may restrict recall in cases of paraphrased or implicit sentiment expressions. Furthermore, the handcrafted synonym maps, while effective, are not exhaustive and may introduce bias or omission errors. Future iterations of the system could explore lightweight word embedding models (e.g., FastText) to complement the rule-based engine without sacrificing interpretability .

In conclusion, this study demonstrates that effective sentiment-based recommendation is achievable in Turkish using rule-based NLP pipelines augmented by user feedback mechanisms. It contributes to the ongoing discourse on building lightweight, transparent, and culturally adaptive AI systems for recommendation in low-resource environments.

FUTURE WORK

While the current study demonstrates the viability of rule-based sentiment-driven recommendation systems in Turkish-language e-commerce contexts, several avenues remain open for further enhancement.

First and foremost, the inclusion of embedding-based semantic search methods—such as those utilizing FastText or BERTurk—could mitigate the rigidity of keyword-based query matching. These models are capable of capturing lexical and semantic similarity even when user input

does not exactly match review phrasing, which could significantly improve both recall and user experience in free-text queries .

Second, expanding the synonym mapping strategy to a data-driven, corpus-based synonym discovery method (e.g., PMI or co-occurrence statistics) would allow for greater adaptability across product domains. Given Turkish's agglutinative morphology, statistical expansion techniques or morphological analyzers like Zemberek could be employed to more accurately detect stemmed and derived forms . Furthermore, the reliability score currently uses only binary feedback (clap/thumbsdown). Future systems could integrate temporal data (e.g., time-weighted feedback), reviewer metadata (e.g., verified purchaser status), or behavioral engagement metrics (e.g., dwell time or scroll depth) to enrich the trustworthiness signal and better model user intent and credibility .

In addition, while the current system offers a transparent architecture for recommendation, it lacks personalized ranking. The integration of user profiles or collaborative filtering mechanisms could help adapt suggestions based on individual preferences, especially for repeat users. However, this must be balanced with ethical considerations around privacy, particularly in regions with limited data governance frameworks .

Finally, extending the system beyond sentiment classification to aspect-based sentiment analysis (ABSA) would enable the generation of finer-grained insights—such as distinguishing between positive sentiment about battery life vs. negative sentiment about camera quality in smartphones. Recent neural models have shown promise in ABSA tasks across multiple languages and could be adapted for Turkish with domain-specific tuning . Collectively, these extensions would not only enhance performance and flexibility but also broaden the real-world applicability of the system in multilingual and cross-domain e-commerce ecosystems.

REFERENCES

[1] Zhang Y, Wallace B. A sensitivity analysis of (and practitioners' guide to) convolutional neural networks for sentence classification. arXiv. Published 2015. Accessed June 9, 2025. https://arxiv.org/abs/1510.03820

[2] Medhat W, Hassan A, Korashy H. Sentiment analysis algorithms and applications: A survey. Ain Shams Eng J. 2014;5(4):1093-1113.

[3] Yang L, Sun J, Zhang M, Mei Q. Dynamic user modeling in social media systems. ACM Trans Inf Syst. 2012;30(4):1-44.

[4] Bobadilla J, Ortega F, Hernando A, Gutiérrez A. Recommender systems survey. Knowl-Based Syst. 2013;46:109-132.

[5] Eryiğit G. ITU Turkish NLP Web Services. In: Proceedings of the Language Resources and Evaluation Conference. 2014:46-51.

[6] Çöltekin Ç, Rama T. A critical analysis of Turkish sentiment analysis. In: Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics. 2018:2191–2201.

[7] Abdollahpouri H, Burke R, Mobasher B. User Controllability in Recommender Systems. RecSys '20: Proceedings of the 14th ACM Conference on Recommender Systems. 2020:1–6. doi:10.1145/3383313.3412232

[8] Uludoğan G, Şahin M, Eryiğit G. Building and Evaluating a Turkish Language Understanding System for Dialogue Agents. IEEE Access. 2021;9:16041–16054. doi:10.1109/ACCESS.2021.3053542

[9] Kouki P, Narasimhan H, Geyer R, Pujara J, Getoor L. User-Guided Explanations for Recommender Systems. WSDM '20: Proceedings of the 13th International Conference on Web Search and Data Mining. 2020:595–603. doi:10.1145/3336191.3371786

[10] Zeng Y, Lin Y, Zhao W, Li X, Zhang Y. Explainable recommendation based on multi-task learning in opinionated texts. Information Sciences. 2021;546:1003–1017. doi:10.1016/j.ins.2020.09.040

[11] Zhang Y, Chen X. Towards Explainable Recommendation: Recent Advances and Future Directions. Information Fusion. 2020;67:49–70. doi:10.1016/j.inffus.2020.09.012

[12] Ricci F, Rokach L, Shapira B. Recommender Systems: Challenges, Insights and Research Opportunities. In: Proceedings of the 14th ACM Conference on Recommender Systems. 2020:1–12. doi:10.1145/3383313.3412485

[13] Ma L, Jin Y, Xu Z, Luo X. A Dual Attention Network for Recommendation with Review-Level Sentiment Supervision. Information Sciences. 2021;548:34–48. doi:10.1016/j.ins.2021.02.060

[14] Fang H, Zhang J, Chai K, Ye Y. Sentiment-Aware Matrix Factorization for Recommendation. Knowledge-Based Systems. 2022;251:109152. doi:10.1016/j.knosys.2022.109152

[15] Wang Y, Zhang R, Jin Y, et al. Explainable Recommendation via Knowledge Graph and Natural Language Generation. ACM Transactions on Information Systems. 2022;40(1):1–27. doi:10.1145/3487750

[16] Zhao Z, He X, Jin L. Trust-Aware Review Summarization for Recommendation Systems. Expert Systems with Applications. 2021;183:115343. doi:10.1016/j.eswa.2021.115343

[17] Yildiz O, Sakar C, Turan M. BERTurk: A Turkish Language Model for Sentiment Analysis in E-Commerce Platforms. Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences. 2021;29(6):3254–3267. doi:10.3906/elk-2107-105

[18] Liu Y, Qin Y, Zhao X. Attention-based Aspect-Level Sentiment Analysis for Online Product Recommendation. Expert Systems with Applications. 2023;213:119036. doi:10.1016/j.eswa.2022.119036

OPTIMIZATION OF TAHINI-BASED SMOOTHIE FORMULATION USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Tuğba GÜL DİKME

Food Technology Program, Vocational School of Siverek, Harran University, 63600, Siverek, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID: 0000-0002-2212-6443

Abstract

The growing demand for functional and plant-based beverages has driven the development of innovative formulations enriched with bioactive ingredients. This study optimized a tahini-based smoothie, incorporating orange juice, banana, and tahini, focusing on physicochemical properties (pH, total soluble solids - TSS), chemical composition, and sensory acceptability. Unlike conventional smoothie formulations, this research includes detailed chemical analysis of raw ingredients to better understand their nutritional contributions. Response Surface Methodology (RSM) was used to optimize ingredient ratios for enhanced sensory appeal, stability, and consumer acceptance. Chemical analysis showed that orange juice contained 89.52% moisture, 0.87% protein, 0.13% fat, and 0.48% ash, while banana had 78.14% moisture, 1.46% protein, 0.38% fat, and 1.06% ash. Tahini, as a functional ingredient, had 2.85% moisture, 18.62% protein, 44.32% fat, and 3.81% ash, highlighting its nutrient density and role as a plant-based protein source. A trained sensory panel (n = 15) evaluated the smoothies using a 9-point hedonic scale. Results showed that tahini significantly influenced pH and viscosity, while banana improved texture and sweetness, and orange juice enhanced acidity and freshness. Statistical analysis confirmed that pH was mainly affected by tahini ($p<0.0001$), while TSS was significantly influenced by banana and orange juice ($p<0.001$). The optimized formulation (55 mL orange juice, 35 g banana, and 12.5 g tahini) resulted in a pH of 5.28, TSS of 12.14, and an overall acceptability score of 7.12.

This study demonstrates the nutritional and sensory potential of tahini-based smoothies as a plant-based functional beverage. Future research should explore shelf-life stability, oxidative stability, and commercial scalability.

Keywords: Tahini-based smoothie, functional beverages, response surface methodology, physicochemical properties, sensory optimization.

INTRODUCTION

In recent years, the demand for functional beverages has grown significantly, driven by increasing consumer awareness of health benefits associated with natural and nutrient-rich ingredients. Among these, smoothies have gained widespread popularity, offering a convenient and versatile way to consume bioactive compounds, dietary fiber, and essential nutrients (Razola-Díaz et al., 2022). The global smoothie market has expanded rapidly due to its appeal as a healthy and on-the-go meal alternative, particularly for individuals seeking plant-based, protein-enriched, and functional formulations. Smoothies are typically prepared using fruit juices, plant-based liquids, and additional functional ingredients, making them an ideal platform for fortification with bioactive compounds that enhance nutritional value and health benefits (Kidoń and Uwineza 2022).

As consumer preference shifts toward plant-based and protein-rich foods, there is increasing interest in incorporating nutrient-dense ingredients into smoothie formulations. Tahini, a paste derived from ground sesame seeds, is emerging as a valuable ingredient in functional food development due to its high content of plant-based protein, unsaturated fatty acids, fiber, and essential minerals (Labban and Sumainah 2021). Additionally, tahini is a rich source of bioactive compounds, such as lignans and tocopherols, which have been linked to antioxidant, anti-inflammatory, and cardioprotective effects. Its potential as a plant-based protein and healthy fat source makes it an ideal candidate for smoothie enrichment, offering nutritional benefits similar to nut butters or seed-based additives. However, the strong flavor and thick texture of tahini pose formulation challenges that may impact sensory acceptability, necessitating an optimized balance with complementary ingredients (Baxevanis et al., 2021).

The successful incorporation of tahini into smoothies requires careful formulation adjustments to enhance sensory properties while maintaining desirable physicochemical characteristics. Orange juice is widely used in beverage formulations due to its natural acidity, high vitamin C content, and refreshing citrus flavor, which can help mask the intense taste of tahini while contributing to flavor complexity and microbial stability (Jin and Aboelhaggag, 2019). Bananas, on the other hand, play a crucial role in modifying texture and sweetness, thanks to their natural starch, fiber, and sugar content. The creaminess and viscosity provided by bananas enhance the smoothie's mouthfeel, making them an essential ingredient in functional beverage formulations (Kumar et al., 2021). The interactions between these ingredients influence the pH, total soluble solids (TSS), viscosity, and consumer acceptability, emphasizing the importance of optimizing ingredient ratios.

Achieving an optimal balance of pH, TSS, and overall acceptability is critical in the development of high-quality functional beverages. The pH level plays a key role in beverage stability, microbial resistance, and color retention, whereas TSS directly influences sweetness, texture, and mouthfeel. Additionally, consumer preference is largely determined by sensory acceptability, which integrates taste, aroma, texture, and appearance (Fakhri, et al., 2023). Given these complexities, it is essential to use an advanced optimization approach to ensure that the final product meets nutritional and sensory standards while remaining appealing to consumers.

Response Surface Methodology (RSM) is a powerful statistical tool widely applied in food and beverage optimization to determine the ideal ingredient combinations that maximize product quality and consumer preference (Fakhri, et al., 2023). By applying RSM, this study aims to evaluate the effects of tahini, orange juice, and banana on the physicochemical and sensory properties of a novel tahini-based smoothie formulation. The primary objective is to develop an optimized smoothie formulation that balances nutritional value, sensory acceptability, and functional properties. The findings of this research will provide valuable insights for the functional beverage industry, contributing to the development of innovative plant-based smoothies that align with modern consumer trends and dietary preferences.

MATERIALS AND METHODS

Materials

The raw materials, including orange, banana, and tahini were sourced from a local market in Şanlıurfa, Turkey, ensuring freshness and quality for the formulation of the smoothi beverage.

Experimental design

The beverages prepared using orange juice, banana, and tahini were mixed in different ratios and blended using Response Surface Methodology (RSM), as described by Nayi & Kumar (2021). The proportions of orange juice, banana, and tahini were considered as an equidistant

factor (Montgomery, 2017). Orange juice (40–70 mL), banana (20–50 g), and tahini (5–20 g) were designated as independent variables. The determination of the proportions of these independent factors was based on preliminary studies that considered pH, total soluble solids (TSS) and overall acceptability as dependent variables.

Preparation of the Tahini-Based Beverage

Freshly procured fruits were thoroughly washed under running tap water to remove any surface contaminants. The orange was appropriately peeled and cut into smaller pieces before being processed through a juice extractor (Philips HR1832/00) to obtain the juice. The extracted juice was then filtered using muslin cloth to remove any solid residues. The banana is peeled and sliced into thin slices.

Subsequently, the orange juices and banana slices were combined with finely ground tahini in different ratios, as presented in Table 1. The mixture was homogenized using a blender (Tefal Powelix) to ensure uniform distribution of ingredients. To achieve optimal sensory properties, sensory evaluation was conducted immediately after the preparation of the beverage, followed by pH and total soluble solids measurements.

Physicochemical Properties of Orange Juice, Banana, and Tahini

Proximate composition

The proximate composition, such as moisture, fat, protein, and ash, of the orange juice, banana and tahini was determined by the AOAC method (2006).

pH and total soluble solids (TSS)

The pH of the beverage samples was determined using a digital pH meter (LABMAN LMPH-12, India), similar to the method of Rather, Majid, et al. (2022). The total soluble solids in all the samples were determined similarly to that of Punoo et al. (2024) using a handheld refractometer (ATAGO-0258999, Japan).

Sensory Evaluation

To evaluate the sensory attributes of the beverages, a composite scoring test and a 9-point hedonic scale were employed in accordance with the methodologies described by Dambalkar et al. (2015) and Ranganna (2004). A total of 15 panelists were selected from the Department of Food Engineering students for sensory evaluation. The panelists were trained to assess the beverages based on overall acceptability.

The blended beverages were freshly prepared and immediately presented for sensory evaluation. Prior to participation, all panelists were provided with comprehensive information regarding the study's objectives, procedures, and potential effects. Participation was entirely voluntary, and verbal informed consent was obtained from each panelist before conducting the sensory trials, as the study involved human volunteers in sensory experiments.

RESULTS AND DISCUSSION

Proximate composition

The proximate composition of the freshly orange juice, banana and tahini are shown in Table 1. The moisture content of orange juice (89.52%) is consistent with the range of 85–91.8% reported in the literature (Castro et al., 2020; Liu et al., 2022), confirming that the juice was freshly extracted and not concentrated. Similarly, banana's moisture content (78.14%) aligns with the expected 74–80% range (Zerihun & Minuye, 2019; Awolu et al., 2018), indicating that a ripe banana variety was used. The moisture content of tahini (2.85%) falls within the 2–5% range reported in previous studies (Dias et al., 2020), ensuring microbial stability due to its low

water activity. Regarding protein content, values for orange juice (0.87%), banana (1.46%), and tahini (18.62%) align with previously reported levels in functional food research. While tahini's protein content is on the lower end of the expected range, it still provides a significant source of plant-based protein.

For fat content, orange juice (0.13%) and banana (0.38%) are within the typical ranges reported in the literature (Liu et al., 2022; Thakaeng et al., 2021). However, tahini's fat content (44.32%) is lower than the expected 50–60% range (Dias et al., 2020), likely due to partial oil separation during processing or the use of dehulled sesame seeds, which contain less oil. The ash content, representing mineral composition, was 0.48% (orange juice), 1.06% (banana), and 3.81% (tahini), confirming the high mineral content of tahini. These values are in close agreement with previous research, where ash content was reported as 0.3–0.5% for orange juice, 0.8–1.2% for banana, and 2.5–4.5% for tahini (Dias et al., 2020; Leong et al., 2022). This further supports the nutritional contribution of tahini as a source of essential minerals such as calcium, magnesium, and zinc.

Tablo 1. Proximate composition of orange juice, banana and tahini

Constituents (%)	Orange juice	Banana	Tahini
Moisture	89,52±0,05	78,14±0,06	2,85±0,03
Protein	0,87±0,01	1,46±0,02	18,62±0,05
Fat	0,13±0,02	0,38±0,01	44,32±0,07
Ash	0,48±0,01	1,06±0,03	3,81±0,02

The data is presented as mean ±standard deviation (n =3).

The physicochemical and sensory properties of smoothie beverages.

The experimental design (RSM) was employed to conduct optimization studies for smoothie beverages, and the results were systematically collected. According to the experimental design, the mean values of triplicate data for different responses and the corresponding responses of the blended beverages are presented in Table 2.

Table 2. Variables and Responses For Optimization of Smoothie Beverages

Variables				Responses		
Run	Orange juice(ml)	Banana (g)	Tahini (g)	pH	TSS	Overall acceptability
1	55	35	12,5	5,26	12,05	7,22
2	55	35	12,5	5,26	12,05	7,22
3	70	50	12,5	5,22	12,11	8,01
4	40	35	5	5,08	11,22	8,32
5	40	20	12,5	5,77	12,24	5,75
6	55	35	12,5	5,26	12,05	6,22
7	55	50	5	5,08	11,41	8,51
8	55	20	20	5,59	12,32	6,12
9	70	35	5	5,11	11,43	8,88
10	55	50	20	5,42	15,06	6,23
11	40	35	20	5,72	14,22	5,21
12	70	35	20	5,52	11,87	7,25
13	70	20	12,5	5,39	11,63	6,85
14	55	35	12,5	5,26	12,05	7,22
15	55	20	5	5,20	9,12	8,85
16	55	35	12,5	5,26	12,05	6,42
17	40	50	12,5	5,43	13,54	6,85

The pH, TSS, and overall acceptability scores of the blended smoothie beverages ranged from 5.08 to 5.77, 9.12 to 15.06, and 5.21 to 8.88, respectively (Table 2).

To illustrate the cumulative effects of three parameters on the response, 3D surface plots were generated as a function of three variables for each fitted model, with the third variable fixed at its central value. The experimental data were fitted using linear, quadratic, and interaction models, and statistical analysis was performed for each response (Table 3).

Source	**pH**					**Source**	**TSS**					**Source**	**Overall acceptability**				
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Linear	0,6064	4	0,1516	20,51	< 0.0001	Linear	21,22	3	7,07	18,33	< 0.0001	Linear	14,84	2	7,42	24,56	< 0.0001
A-Orange juice	0,0722	1	0,0722	9,77	0,0088	A-Orange juice	2,18	1	2,18	5,66	0,0334	A-Orange juice	2,95	1	2,95	9,77	0,0074
B-Banana	0,0800	1	0,0800	10,82	0,0065	B-Banana	5,80	1	5,80	15,02	0,0019	C-Tahini	11,88	1	11,88	39,34	< 0.0001
C-Tahini	0,3960	1	0,3960	53,58	< 0.0001	C-Tahini	13,24	1	13,24	34,30	< 0.0001	Residual	4,23	14	0,3021		
A²	0,0582	1	0,0582	7,87	0,0159	Residual	5,02	13	0,3859			Lack of Fit	3,24	10	0,3237	1,31	0,4291
Residual	0,0887	12	0,0074			Lack of Fit	5,02	9	0,5574			Pure Error	0,9920	4	0,2480		
Lack of Fit	0,0887	8	0,0111			Pure Error	0,0000	4	0,0000			Cor Total	19,06	1			
Pure Error	0,0000	4	0,0000			Cor Total	26,23	16				Std. Dev.	0,5496				
Cor Total	0,6952	16				Std. Dev.	0,6212					Mean	7,13				
Std. Dev.	0,0860					Mean	12,14					C.V. %	7,71				
Mean	5,34					C.V. %	5,12					R²	0,7782				
C.V. %	1,61					R²	0,8088					Adjusted R²	0,7465				
R²	0,8724					Adjusted R²	0,7646					Predicted R²	0,6655				
Adjusted R²	0,8299					Predicted R²	0,6013					Adeq Precision	15,8202				
Predicted R²	0,6829					Adeq Precision	14,1870										
Adeq Precision	16,2397																

Effect of Beverage Formulation on pH

In Figure 1, the 3D surface plots are presented to illustrate the influence of orange juice, banana, and tahini on the pH of the blended beverage. The results indicate that tahini has a strong alkalizing effect, significantly increasing the pH as its concentration rises, likely due to its buffering properties. In contrast, orange juice, known for its high citric acid content,

demonstrates an acidifying effect, which is particularly noticeable when its proportion increases while tahini remains at lower levels. Banana, on the other hand, appears to have a relatively neutral effect on pH, with only minor fluctuations observed across different concentrations. The interaction between these ingredients suggests that pH modulation in the beverage is primarily governed by the balance between acidic and alkaline components, with tahini acting as a stabilizing agent against the acidity of orange juice. These findings highlight the importance of ingredient optimization in formulating a beverage with a balanced and desirable pH level.

Comparing these results with previous studies, similar trends have been reported in the formulation of functional beverages. Orike et al., 2024 demonstrated that acidic components like orange juice significantly alter beverage pH, which aligns with our observations. Moreover, Mohammadi et al., 2024 highlighted the role of stabilizers in beverage formulations, suggesting that tahini's buffering capacity could be crucial in maintaining pH equilibrium. These comparisons confirm that the interactions observed in this study align with existing research, reinforcing the necessity of optimizing ingredient proportions to achieve a stable and palatable beverage formulation.

The regression equation representing the relationship between the ingredient ratios and pH scores is given below:

$$YpH=5.29-0.095A-0.103B+0.2225C+0.1172A^2$$

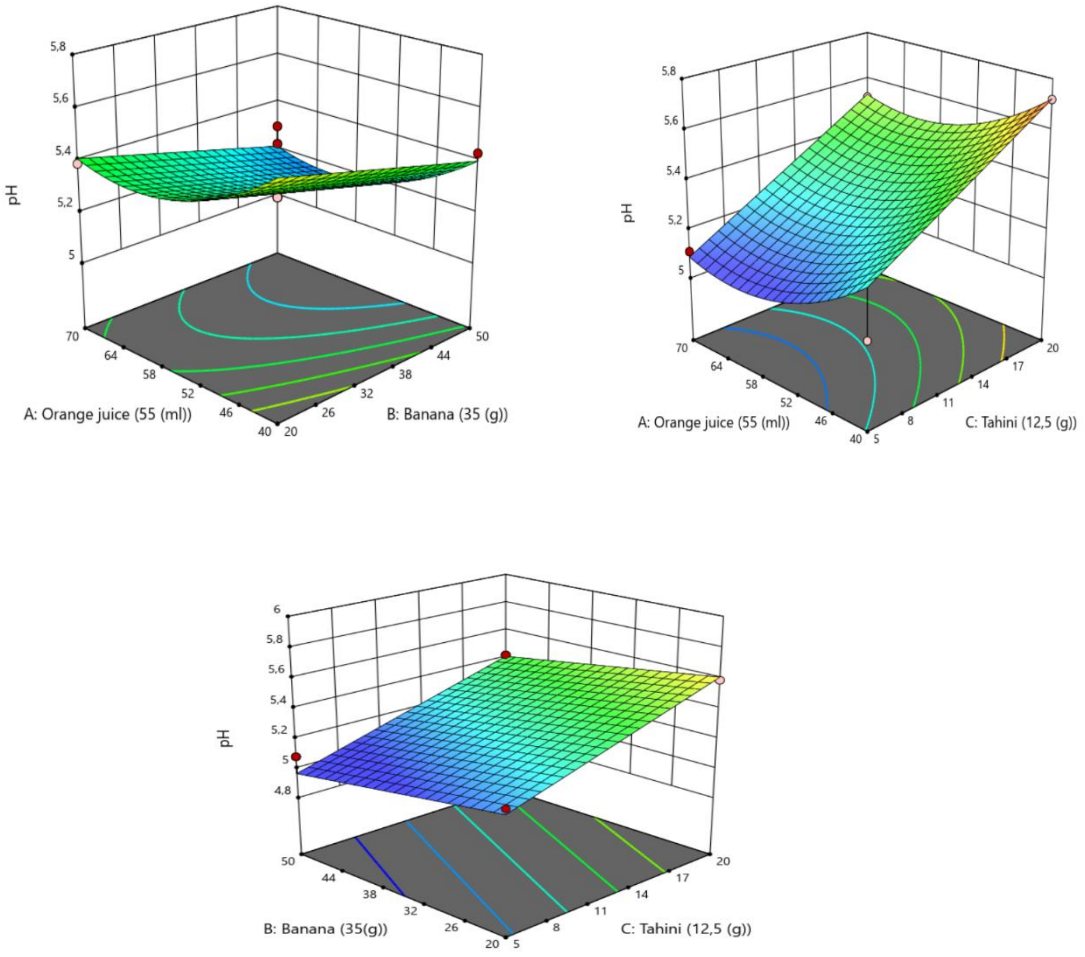


Figure 1. 3D Surface Plots Illustrating the Effect of Beverage Formulation on pH

Effect of Beverage Formulation on Total Soluble Solids (TSS)

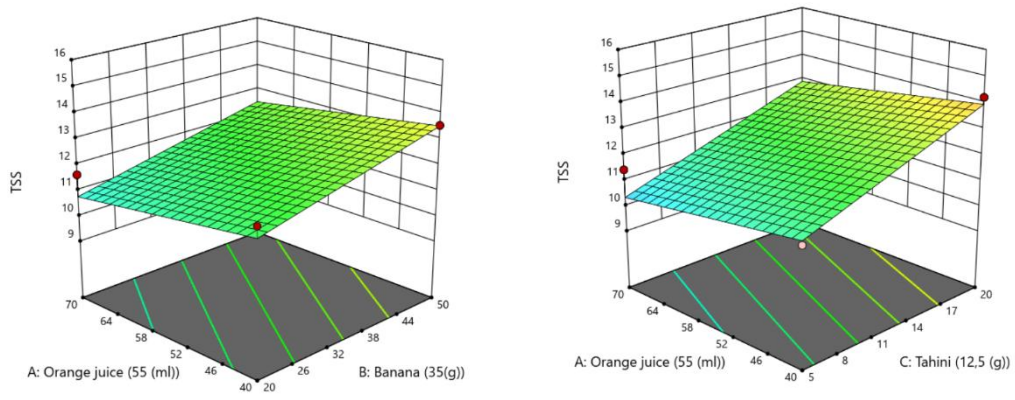
The 3D surface plots in Figure 2 illustrate the impact of orange juice, banana, and tahini on the total soluble solids (TSS) content of the formulated beverage. The response surfaces indicate that TSS values range from 9.12 to 15.06 °Brix, suggesting that the concentration of soluble solids is significantly influenced by the proportion of ingredients used. The plots demonstrate a generally increasing trend in TSS with higher levels of banana and orange juice, which is expected due to their inherent sugar content. Orange juice, being rich in natural sugars and organic acids, contributes to the soluble solids, stabilizing the TSS values. Similarly, banana, known for its high carbohydrate content, further enhances the TSS levels, leading to an increase in perceived sweetness and viscosity. On the other hand, tahini appears to have a relatively minor impact on TSS, possibly due to its lower soluble sugar content compared to fruit-based components. However, its presence may contribute to the overall mouthfeel and stability of the beverage rather than significantly altering the soluble solids concentration.

The observed trends in this study align with previous research. Cardozo et al. (2018) investigated the development of energy drinks with orange juice and found that TSS remained stable throughout storage, indicating that orange juice serves as a good base for maintaining sweetness and solubility without significant degradation over time (Cardozo et al., 2018). Similarly, Shrestha & Dahal (2021) examined a whey-based banana beverage and reported a stable TSS of 12.4 °Brix, demonstrating that banana contributes to the consistency and sweetness of the beverage (Shrestha & Dahal, 2021).

The findings of the current study align with these previous studies, reinforcing the notion that banana and orange juice are primary contributors to TSS, while additional ingredients such as tahini may influence texture rather than soluble solids. The stable increase in TSS observed in this study suggests that the formulated beverage maintains its integrity, making it a suitable candidate for further sensory evaluation and commercialization.

The regression equation representing the relationship between the ingredient ratios and TSS scores is given below:

$Y_{TSS}=12.14-0.5225A+0.8513B+1.29C$



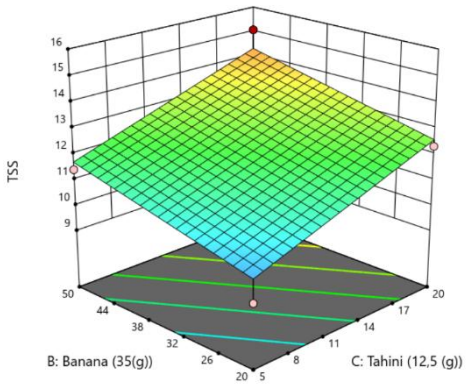


Figure 2. 3D Surface Plots Illustrating the Effect of Beverage Formulation on Total Soluble Solids (TSS)

Effect of Beverage Formulation on Overall Acceptability

The 3D response surface plots illustrate the effects of orange juice, banana, and tahini on the overall acceptability of the formulated beverage. The results indicate that increasing the proportion of orange juice positively influenced the overall acceptability, likely due to its sweetness and citrus flavor, which enhances sensory perception. However, at very high concentrations, a slight decline in acceptability was observed, possibly due to excessive acidity. Banana also demonstrated a significant impact on overall acceptability, improving texture and sweetness balance. The contribution of tahini to overall acceptability was more complex; while moderate levels provided a creamy consistency and nutty taste, excessive amounts negatively affected the sensory attributes, likely due to an overpowering flavor and increased viscosity. The interaction effects between these ingredients suggest that optimal formulation requires a careful balance to maximize consumer preference.

The findings of this study align with previous research on fruit-based beverages. A study by Shrestha & Dahal (2021) demonstrated that banana juice enhances the overall acceptability of whey-based beverages, particularly when combined with other sweet and acidic components. Similarly, Robles et al. (2019) reported that banana juice contributes positively to the texture and viscosity of ready-to-drink beverages, supporting the observed impact of banana in the present study. In summary, these results reinforce the importance of optimizing fruit juice proportions to develop beverages with high consumer acceptability while maintaining a desirable balance of acidity, sweetness, and texture.

The regression equation representing the relationship between the ingredient ratios and overall acceptability scores is given below:

$$Y_{\text{Overall Acceptability}} = 7.13 + 0.6075A - 1.22C$$

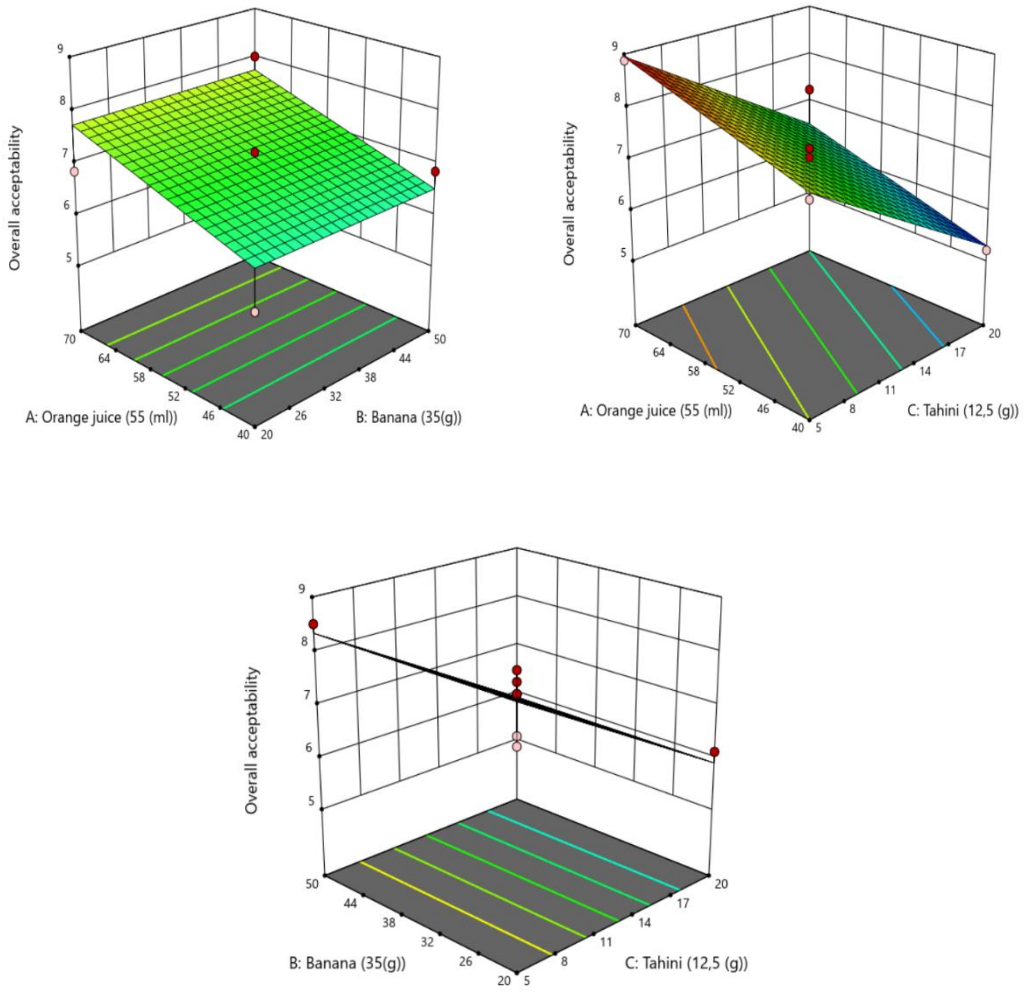


Figure 3. 3D Surface Plots Illustrating the Effect of Beverage Formulation on Overall Acceptability

Optimization of the Smoothie Beverage

In this study, the effects of orange juice, banana, and tahini on pH, total soluble solids (TSS), and overall acceptability were optimized using Response Surface Methodology (RSM). The F-values for all models were found to be statistically significant at a 5% confidence level, confirming that the selected ingredients had a significant impact on the physicochemical and sensory properties of the smoothie.

The coefficient of determination (R^2) values for pH, TSS, and overall acceptability were 0.8724, 0.8088, and 0.7782, respectively, indicating that the models explained more than 77% of the variation in the experimental data. The close agreement between predicted and observed values further supports the reliability of the regression models.

The model's adequacy was validated using the lack-of-fit test, which was found to be non-significant, confirming that the models provide accurate and reliable predictions within the studied ingredient levels. Based on these findings, an optimal balance of orange juice, banana, and tahini was identified to achieve the most desirable physicochemical and sensory characteristics for the smoothie formulation.

Based on the response surface optimization, the optimal ingredient ratios that minimized pH while maximizing total soluble solids (TSS) and overall acceptability were determined and are presented in Table 4. Furthermore, the industrial applicability of this formulation was evaluated. These results emphasize that mixture design-based modeling is a reliable method for optimizing both sensory and physicochemical properties in functional beverage development.

Table 4. Formulation Ranges During Optimization of Smoothie Beverage in RSM

Constraints	**Goals**	**Optimization**	
		Lower limit	**Upper limit**
Factor			
A- Orange Juice	İn range	40	70
B- Banana	İn range	20	50
C- Tahini	İn range	5	20
Response			
pH	Minimize	5,08	5,77
Total Soluble Solids (TSS)	Maximize	9,12	15,06
Overall Acceptability	Maximize	5,21	8,88

For the simultaneous optimization of multiple responses, the Design-Expert software (Design-Expert® 10.0.6, Stat-Ease Inc., Minneapolis, USA, http://www.statease.com) was utilized, employing numerical optimization techniques. The variables were subjected to specific constraints based on the targets set for each ingredient and response, and the optimal formulation was determined.

During the optimization process, the goal was to minimize pH while maximizing total soluble solids (TSS) and overall acceptability. The proportions of orange juice, banana, and tahini were evaluated within predefined limits. The optimal beverage formulation was determined to consist of 55.00% orange juice, 35.00% banana, and 12.50% tahini. Under these optimized conditions, the predicted pH value was 5.29, TSS was 12.14, and overall acceptability was 7.13.

This optimized formulation was validated through confirmation tests, reinforcing the reliability of the model. The results indicate that the optimal combination of ingredients enhances both sensory and physicochemical properties, contributing to consumer acceptance. The formulation recommended by Design-Expert software serves as a foundation for developing functional beverages with high sensory appeal and improved stability in the functional beverage industry.

CONCLUSION

This study successfully optimized a tahini-based functional smoothie formulation using Response Surface Methodology (RSM), demonstrating the significant impact of ingredient composition on physicochemical properties and sensory acceptability. The findings highlight the potential consumer appeal of this formulation, as it offers a nutrient-dense, plant-based alternative to conventional beverages. The optimized formulation (55.00% orange juice, 35.00% banana, and 12.50% tahini) achieved a balanced pH (5.28), optimal total soluble solids (12.14), and a high acceptability score (7.12). The results confirm that orange juice and banana contribute positively to taste and texture, while tahini enhances the nutritional profile by providing plant-based protein, healthy fats, and bioactive compounds.

However, excessive tahini content negatively impacted sensory properties, emphasizing the need for careful formulation to balance flavor, viscosity, and mouthfeel. The model's reliability was validated through confirmation tests, supporting its applicability in functional beverage development. While the study effectively establishes the feasibility of a tahini-based smoothie, certain limitations remain. Storage stability, oxidative degradation, and nutrient retention were

not directly assessed, yet these factors are critical for commercial viability. Future studies should focus on shelf-life evaluation, the impact of processing conditions, and the role of natural stabilizers in maintaining long-term quality and acceptability.

In conclusion, this study provides a scientific basis for developing plant-based, functional smoothies that cater to the growing demand for nutritionally rich, sensory-appealing, and health-promoting beverages. The findings pave the way for further industrial applications, commercial production, and market expansion in the functional beverage sector.

REFERENCES

Awolu, O., Okedele, G., Ojewumi, M., & Oseyemi, F. (2018). Functional Jam Production from Blends of Banana, Pineapple and Watermelon Pulp. *International journal of food science*, 3, 7. https://doi.org/10.11648/J.IJFSB.20180301.12.

Baxevanis, G. K., Sakketou, E.-K. I., Tentolouris, N. K., Karathanos, V. T., Fragkiadakis, G. A., & Kanellos, P. T. (2021). Tahini consumption improves metabolic and antioxidant status biomarkers in the postprandial state in healthy males. *European Food Research and Technology, 247*(11), 2721–2728. https://doi.org/10.1007/s00217-021-03828-5

Cardozo, C., Hernandez, D., & Saraz, J. (2018). Development of Energy Drinks with Orange Juice (Valencia frost). *Advance Journal of Food Science and Technology*. https://doi.org/10.19026/AJFST.14.5886.

Castro, L., Lizi, J., Chagas, E., Carvalho, R., & Vanin, F. (2020). From Orange Juice By-Product in the Food Industry to a Functional Ingredient: Application in the Circular Economy. *Foods*, 9. https://doi.org/10.3390/foods9050593.

Dambalkar, V. S., Rudrawar, B. D., & Poojari, V. R. (2015). Effect on PH, TSS, acidity, ascorbic acid and sensory attributes during storage period of rts made from beetroot, orange and ginger juice. International Journal of Food and Nutritional Sciences, 4(5),99.

Dias, P., Sajiwanie, J., & Rathnayaka, R. (2020). Chemical Composition, Physicochemical and Technological Properties of Selected Fruit Peels as a Potential Food Source. *International Journal of Fruit Science*, 20, S240 - S251. https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1717402.

Jin, T., & Aboelhaggag, R. (2022). Combined Pulsed Electric Field with Antimicrobial Caps for Extending Shelf Life of Orange Juice. Beverages. https://doi.org/10.3390/beverages8040072.

Kidoń, M., & Uwineza, P. A. (2022). New Smoothie Products Based on Pumpkin, Banana, and Purple Carrot as a Source of Bioactive Compounds. *Molecules*, *27*(10), 3049. https://doi.org/10.3390/molecules27103049.

Kumar, B., Singh, V., Pathak, V., & Verma, A. (2021). Effect of red plum on quality characteristics of banana milk smoothies. *Indian Journal of Dairy Science*. https://doi.org/10.33785/ijds.2021.v74i06.004.

Labban, L., & Sumainah, G. (2021). The nutritive and medicinal properties of tahini: A review. *International Journal of Nutrition Sciences, 6*(4), 172–179. https://doi.org/10.30476/ijns.2021.90294.1123.

Leong, S., Rahim, E., Sarbini, S., Latif, K., & Malahubban, M. (2022). Banana (Musa acuminata), Orange (Citrus reticulata), and Watermelon (Citrullus lanatus) Peels as Prebiotic. *Borneo Journal of Resource Science and Technology*. https://doi.org/10.33736/bjrst.4528.2022.

Liu, S., Lou, Y., Li, Y., Zhang, J., Li, P., Yang, B., & Gu, Q. (2022). Review of phytochemical and nutritional characteristics and food applications of Citrus L. fruits. *Frontiers in Nutrition*, 9. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.968604.

Mohammadi, M., Mahdavi-Yekta, M., Fatemeh, S., Reihani, S., Khorshidian, N., Habibi, M., & Khaneghah, A. (2024). Assessment of Physicochemical Properties of Orange Juice Concentrate Formulated with Pectin, Xanthan, and CMC Hydrocolloids. *International Journal of Food Science*, 2024. https://doi.org/10.1155/2024/7013553.

Montgomery, D. C. (2017). Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons.

Nayi, P., & Kumar, N. (2021). Development of ready to reconstitute dehydrated traditional sweet corn halwa. Journal of Food Science and Technology, 1–9. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04930-4.

Orike, E., Olajugbagbe, T., Omafuvbe, B., & Animasahun, T. (2024). Effect of Storage on Probiotic Viability, Physicochemical and Sensory Properties of Probiotic-enriched Orange Juice. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. https://doi.org/10.9734/ejnfs/2024/v16i71480.

Punoo, H. A., Rather, J. A., & Muzaffar, A. (2023). Development of soy whey fortified orange juice beverages: Their physicochemical, rheological, antioxidant, and sensory properties. *Exploration of Foods and Foodomics, 1*(4), 206–220.

Ranganna, S. (2004). Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products (2nd edn). New Delhi, India: Tata McGraw-Hill Publications.

Razola-Díaz, M. D. C., Guerra-Hernández, E. J., García-Villanova, B., & Verardo, V. (2022). New Insight on Phenolic Composition and Evaluation of the Vitamin C and Nutritional Value of Smoothies Sold on the Spanish Market. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *27*(23), 8229. https://doi.org/10.3390/molecules27238229.

Rather, J. A., Majid, D., Dar, A. H., Amin, T., Makroo, H., Mir, S. A., Barba, F. J., & Dar, B. N. (2022). Extraction of gelatin from poultry byproduct: Influence of drying method on structural, thermal, functional and rheological characteristics of the dried gelatin powder. *Frontiers in Nutrition, 9*, Article 895197.

Robles, M. K. T., Castillo-Israel, K. A. T., & Lizardo, R. C. M. (2019). Utilization of Cooking-Type 'Saba' Banana in the Development of Ready-to-Drink Juice with Improved Quality and Nutritional Properties. *Beverages*, *5*(2), 31. https://doi.org/10.3390/beverages5020031.

Shrestha, K., & Dahal, A. (2021). Preparation of Whey-Based Banana Beverage and its Quality Evaluation. *Himalayan Journal of Science and Technology*. https://doi.org/10.3126/hijost.v5i01.42140.

Thakaeng, P., Boonloom, T., & Rawdkuen, S. (2021). Physicochemical Properties of Bread Partially Substituted with Unripe Green Banana (Cavendish spp.) Flour. *Molecules*, 26. https://doi.org/10.3390/molecules26072070.

Zerihun, M., & Minuye, M. (2019). Physicochemical Profiling of Different Released and Improved Desert and Cooking Banana Varieties. *Bioprocess Engineering*. https://doi.org/10.11648/J.BE.20190302.13.

MIGRATION, MOBILITY, AND THE MAKING OF AFRICA'S FUTURE: IMPACTS ON TRADE, INNOVATION, AND IDENTITY

Aliyu Mohammed Shamsudeen

Department of Political Science Faculty of Management and Social Sciences

Ibrahim Badamasi Babangida University, Lapai, Nigeria

Abstract

Migration and mobility have long been integral part of Africa's socio-economic and cultural fabric, shaping the continent's development trajectories. This paper examines the impacts of intra-African migration and labour mobility on regional trade, innovation ecosystems, and identity construction, positioning migration as both a driver of opportunity and a site of contestation. Drawing on World-Systems Theory, the study explores how core-periphery dynamics within Africa influence patterns of migration and their implications for economic and intellectual exchanges. By analysing case studies from key regional migration corridors, the paper investigates how mobility contributes to expanding trade networks, fostering innovation, and promoting shared cultural identities, while also highlighting the structural inequalities that perpetuate uneven development. The study argues that inclusive policies and frameworks that prioritize the free movement of people, goods, and ideas are critical for realizing the transformative potential of migration. Furthermore, the paper emphasizes the role of regional organizations like the African Union and ECOWAS in harmonizing migration governance and facilitating socio-economic integration. It also explores how intra-African migration redefines identity in ways that challenge colonial legacies and foster a sense of pan-African unity. This analysis contributes to the discourse on "remaking" Africa by underscoring the potential of migration to reshape the continent's economic and cultural landscapes.

Keywords: Identity Construction, Intra-African Migration, Labour Mobility, Regional Trade, World-Systems Theory

Introduction

Migration has historically been a central feature of Africa's social, economic, and political landscape. Long before colonial boundaries were drawn, African communities migrated across vast territories for trade, pastoralism, kinship ties, and survival in the face of environmental changes. These movements contributed to the formation of complex trade routes, cultural integration, and the transmission of knowledge and skills across the continent. In the contemporary period, intra-African migration continues to play a critical role in shaping development trajectories, albeit within a context marked by structural inequalities, weak governance frameworks, and the legacy of colonial borders. Intra-African migration is primarily characterized by labour mobility, the movement of individuals and families in search of employment, education, safety, and improved livelihoods. According to the African Union, over 80% of African migration occurs within the continent, making it a predominantly internal phenomenon. Yet, despite its scale and developmental relevance, intra-African migration is often marginalized in scholarly and policy discourse, which tends to focus disproportionately on migration to Europe or North America.

In recent decades, regional integration efforts such as those spearheaded by the African Union (AU) and sub-regional bodies like the Economic Community of West African States (ECOWAS), the East African Community (EAC), and the Southern African Development Community (SADC) have promoted the free movement of persons as a cornerstone of economic development and political unification. The AU's Agenda 2063 and the Protocol on Free Movement of Persons exemplify this pan-African vision. However, implementation remains uneven, hindered by security concerns, national sovereignty, xenophobia, and infrastructural limitations. At the same time, intra-African migration is intricately linked to regional trade and innovation ecosystems. Migrants often act as agents of entrepreneurship and informal commerce, facilitating cross-border exchange of goods and services. They also contribute to knowledge economies through cultural and intellectual interactions that challenge rigid national identities and promote a pan-African sense of belonging. This study situates these dynamics within a World-Systems Theory framework, which emphasizes the structural positioning of countries and regions in relation to one another. Africa itself harbours internal "core" and "periphery" zones, with countries like South Africa, Nigeria, and Kenya functioning as regional powerhouses that attract labour and capital from less-developed neighbours. These core-periphery dynamics shape migration patterns and influence who benefits from labour mobility, trade, and innovation.

Despite the growing volume and significance of intra-African migration, there remains a limited understanding of its multidimensional impacts on regional trade, innovation, and identity construction. Existing literature often neglects the transformative potential of internal African mobility and fails to account for how core-periphery inequalities within the continent shape these dynamics. Moreover, policy frameworks on migration governance are often fragmented and poorly enforced, limiting the benefits that migration could offer for regional development and integration. The problem this study addresses is the underexplored relationship between intra-African migration, economic transformation, and identity reconfiguration in the context of uneven development and limited institutional coordination. While migration holds the promise of stimulating trade and innovation, it simultaneously reproduces structural inequalities and tensions around national identity, citizenship, and access to opportunity.

To address the above research problem, the study is guided by the following research questions:

i. How does intra-African migration influence regional trade patterns and economic integration within the continent?

ii. What role does labour mobility play in shaping innovation ecosystems in core and semi-peripheral African economies?

iii. In what ways does intra-African migration contribute to the construction of shared or contested identities among African migrants and host communities?

Literature Review

Intra-African migration refers to the movement of people across national borders within Africa, driven by economic, social, environmental, and political factors (Adepoju, 2008). Conceptually, migration in Africa has often been framed within the push-pull model, which emphasizes disparities in income, employment opportunities, and security between origin and destination countries. However, more recent studies critique this model for oversimplifying the structural causes of migration and ignoring broader systemic inequalities (Bakewell, 2008). Consequently, alternative approaches such as World-Systems Theory and transnationalism have emerged to better capture the dynamics of labour mobility and its implications for regional development. Labour mobility within Africa is increasingly being recognized not only as a survival strategy but also as a potential driver of development. The African Union (AU, 2018)

emphasizes free movement of persons as a key pillar of continental integration under Agenda 2063. Labour mobility facilitates the exchange of skills, entrepreneurial activity, and access to new markets, especially through informal cross-border trade (Brenton & Soprano, 2018). These interactions help forge innovation ecosystems, which are defined as interconnected networks of actors, institutions, and resources that enable the generation and diffusion of new knowledge and technologies (Crescenzi & Rodríguez-Pose, 2011). Migrants often function as brokers between local and transnational knowledge systems, thus shaping regional innovation.

In addition to its economic dimension, migration plays a profound role in identity construction. Migrants experience shifting identities as they navigate new cultural, linguistic, and political environments. According to Nyamnjoh (2013), African migrants frequently contest fixed national identities imposed by colonial borders, embracing more fluid and hybrid identities rooted in pan-African solidarity, kinship networks, and regional affiliations. Such identity negotiations challenge exclusionary notions of citizenship and call for more inclusive governance frameworks. Within the World-Systems perspective, intra-African migration is seen as a manifestation of internal core-periphery dynamics, where resource flows, both human and material, are unevenly distributed (Wallerstein, 2004). Countries like South Africa, Nigeria, and Kenya serve as regional cores attracting migrants from more peripheral states. These movements simultaneously reflect the structural inequalities embedded in Africa's political economy and the agency of individuals seeking improved livelihoods.

Empirical studies have demonstrated that intra-African migration significantly contributes to regional trade, especially in the informal sector. A study by Brenton, Gamberoni, and Sear (2013) on informal cross-border trade (ICBT) in West and Southern Africa found that migrants, particularly women, dominate small-scale trade networks, moving goods such as textiles, food products, and electronics across borders. These networks not only provide livelihoods but also stimulate local economies, integrate markets, and build cross-cultural ties. Similarly, Golub (2015) argues that informal trade routes often outperform formal channels in connecting consumers and producers across borders, thus functioning as organic forms of regional integration. With respect to innovation, empirical evidence from East Africa highlights the role of migrants in knowledge diffusion. For example, a study by Kaggwa and Esselaar (2017) in Kenya and Uganda observed that migrant entrepreneurs introduced new business models, digital platforms, and service delivery innovations in the ICT and retail sectors. These innovations often emerge from migrants' exposure to diverse environments and their ability to combine local knowledge with global trends.

Identity dynamics have also received empirical attention. Landau and Freemantle (2010) explored the experiences of African migrants in Johannesburg, showing how migrants construct "mobile sovereignties" that allow them to operate within and beyond the constraints of state recognition. These identity constructions are shaped by solidarity networks, religious affiliations, and linguistic commonalities, but are also marked by tensions with host populations, xenophobia, and legal exclusion. Similarly, Akinola (2018) investigated how West African migrants in Nigeria negotiate their identities through everyday practices, demonstrating how belonging is often mediated through informal institutions and community engagement rather than formal citizenship. On the policy front, scholars have critiqued the fragmented governance of migration in Africa. Despite the existence of regional protocols such as the ECOWAS Free Movement Protocol and the AU's Protocol on Free Movement of Persons, implementation remains inconsistent. Olayiwola (2020) finds that security concerns, political nationalism, and administrative bottlenecks continue to hinder the operationalization of free movement regimes. This has led to a disconnect between continental ambitions and national policies, limiting the developmental potential of migration.

Finally, studies applying World-Systems Theory to African migration highlight how regional hierarchies reproduce inequality. For instance, Flahaux and De Haas (2016) demonstrate that migration flows from peripheral countries like Burkina Faso and Niger to regional cores such as Côte d'Ivoire and South Africa reflect internal dependency structures, where wealthier states benefit from cheap labour while poorer states suffer from brain drain and social dislocation.

Theoretical Framework: World-Systems Theory and African Migration

World-Systems Theory (WST), developed by Immanuel Wallerstein in the 1970s, provides a powerful analytical lens for understanding the structural inequalities and asymmetrical relations that characterize the global capitalist economy. At its core, the theory posits that the world is organized into an interdependent system of core, semi-peripheral, and peripheral regions, each playing specific roles in the production, distribution, and accumulation of capital. Core regions, typically highly industrialized, technologically advanced, and politically dominant, benefit disproportionately from the global economic system, while peripheral regions are often sites of raw material extraction, cheap labour, and underdevelopment. Semi-peripheral regions occupy a middle ground, exhibiting characteristics of both exploitation and dependence.

Though originally constructed to explain North-South relations, particularly between Europe and its former colonies, World-Systems Theory has since been adapted to analyse regional inequalities within continents, including Africa. In this intra-continental application, Africa is not treated as a monolithic periphery, but as a differentiated space where certain countries, such as South Africa, Nigeria, Kenya, Egypt, and Côte d'Ivoire, function as internal cores. These countries possess relatively advanced economies, infrastructural development, financial institutions, and political clout, enabling them to attract labour, capital, and investment from their neighbours. In contrast, countries such as Niger, Chad, Malawi, or the Central African Republic represent peripheral zones marked by weaker economies, lower state capacity, and higher levels of socio-economic vulnerability.

Within this stratified African system, migration flows replicate the core-periphery logic found in global systems. Migrants from peripheral states move toward regional hubs in search of employment, safety, and better living conditions. For instance:

i. Labourers from Zimbabwe, Malawi, and Mozambique migrate to South Africa, drawn by its mining and service industries.

ii. Workers from Burkina Faso and Niger move to Côte d'Ivoire, historically an agricultural and commercial magnet in West Africa.

iii. Students and entrepreneurs from Somalia or the Democratic Republic of Congo relocate to Kenya, attracted by Nairobi's infrastructure and regional connectivity.

These migration patterns are not random but structurally conditioned by historical processes, colonial legacies, and economic hierarchies embedded in the African political economy. The relative strength of the "core" states, manifested in better education systems, job opportunities, currency stability, and political security, renders them both attractive destinations and critical nodes in regional migration corridors.

Importantly, World-Systems Theory does not treat peripheral regions as passive recipients of systemic forces. Instead, it recognizes the dialectical nature of interaction between core and periphery, where peripheries are sites of both exploitation and resistance, marginalization and innovation. In this sense, African migration is not only a symptom of underdevelopment but also a catalyst for transformation. Migrants contribute to the growth of informal trade networks, transfer knowledge and skills, and stimulate cross-border flows of ideas and technologies. These contributions complicate the narrative of Africa as a space of crisis and dependence,

offering glimpses into new forms of regional integration, entrepreneurial innovation, and cultural hybridity.

Moreover, intra-African migration challenges conventional boundaries of identity and belonging. Migrants often negotiate multiple affiliations, ethnic, national, regional, and pan-African, thereby unsettling colonial cartographies and fixed nationalisms. These identity reconstructions are not peripheral to development; they are central to how migrants perceive themselves as agents of change within a complex system.

World-Systems Theory thus provides a structural and relational perspective on intra-African migration. It highlights the unequal power dynamics that shape who move, why they move, and what happens as a result, while also foregrounding the transformative potential of these movements. The theory enables scholars to move beyond simplistic push-pull models of migration and instead grapple with the systemic logic of inequality and mobility in Africa.

In summary, applying World-Systems Theory to African migration underscores several key insights:

i. Migration flows mirror internal African core-periphery dynamics.

ii. Labour mobility reinforces but also contests regional inequalities.

iii. Migrants are both products and producers of Africa's evolving socio-economic structures.

iv. Identity construction in migration contexts reflects broader continental processes of integration and resistance.

This theoretical lens anchors the paper's investigation into how intra-African migration shapes trade, innovation, and identity within a system marked by stratification, contestation, and possibility.

Methodology

This study adopts an exploratory research design aimed at unpacking the complex interrelations between intra-African migration, labour mobility, regional trade, innovation ecosystems, and identity construction. The design is guided by the interpretivist paradigm, which prioritizes the understanding of social phenomena through the perspectives and experiences of actors embedded in specific socio-political and historical contexts.

Given the study's grounding in World-Systems Theory, the research investigates how regional core-periphery structures shape the dynamics of migration within Africa. A multi-sited approach is employed to explore diverse migration corridors across different sub-regions, emphasizing both structural patterns and localized experiences.

The study relied on a comprehensive review of secondary data sources including: Policy documents (e.g., AU Protocol on Free Movement, ECOWAS Free Movement Protocol); Reports from international and regional bodies (e.g., IOM, African Union, UNCTAD, ECOWAS); Migration databases (e.g., African Migration Observatory, ILOLABSTAT, and Migration Data Portal); Academic publications and grey literature relevant to African migration, regional trade, and identity politics. This allows for tracing the evolution of policies, identifying gaps in governance, and contextualizing empirical findings within broader regional frameworks.

Three regional migration corridors are purposively selected to reflect intra-African core-periphery dynamics: from West Africa, Niger-Nigeria-Ghana; Zimbabwe-South Africa from Southern Africa and Somalia-Kenya from East Africa. Each case includes analysis of existing fieldwork from prior studies, supplemented by key informant interviews from published

sources. Where possible, recent ethnographic or survey-based studies are triangulated to strengthen reliability.

Intra-African Migration and Regional Trade

Intra-African migration has emerged as a critical mechanism for facilitating regional trade and economic integration. Migrants play indispensable roles as agents of commerce, particularly in the informal sector where state oversight and infrastructure are often lacking (Adepoju, 2010; Flahaux & De Haas, 2016). Their transnational networks allow for the flow of goods, services, capital, and information across borders, sustaining vibrant cross-border economies that formal institutions often fail to capture or support (Bakewell, 2009).

One prominent example is the Ghana-Nigeria corridor, where decades of migration have given rise to flourishing markets in cities like Accra, Lagos, and Kumasi. Nigerian traders have carved niches in sectors ranging from electronics to textiles, while Ghanaian migrants also play active roles in Nigerian commerce. These movements have spurred bilateral trade despite recurring diplomatic frictions (Bach, 2012). In the Côte d'Ivoire-Burkina Faso-Mali triangle, seasonal and long-term labour migration underpins the success of the agricultural sector, particularly cocoa production, which remains central to Côte d'Ivoire's economy. Migrant labourers provide the human capital needed for cultivation, harvesting, and processing, reinforcing interdependence among these states (Schoumaker et al., 2015).

Likewise, at the Seme-Krake border, which connects Nigeria and Benin, informal traders, many of whom are migrants, form the lifeblood of daily commerce. Goods ranging from foodstuffs to manufactured items move across the border through unofficial routes, often in defiance of burdensome tariffs and corrupt customs practices (Golub, 2012). These informal networks compensate for the failings of formal trade institutions, sustaining livelihoods and regional supply chains. Thus, intra-African migration does more than merely relocate individuals; it weaves together economies in ways that often surpass what formal trade agreements have achieved (Awumbila, 2017).

Labour Mobility and Innovation Ecosystems

Labour mobility is increasingly central to the development of innovation ecosystems across the continent. Skilled and semi-skilled migrants bring diverse competencies, experiences, and cultural perspectives that enhance creativity, entrepreneurship, and knowledge transfer in host regions (Lucas, 2008; Turok, 2016). Nairobi, for instance, has emerged as a regional innovation hub, particularly in digital technology and mobile banking. Migrants from Uganda, Tanzania, Rwanda, and beyond contribute to this ecosystem by participating in start-ups, coding labs, and venture capital networks. Their mobility enriches the human capital pool, spurring cross-pollination of ideas and business models (Chattopadhyay, 2019).

South Africa's universities and research institutions, such as the University of Cape Town and the University of the Witwatersrand, attract a considerable number of students and academics from other African states. These institutions serve as incubators for innovation, research collaboration, and intellectual exchanges that benefit the continent (Teferra, 2010). Similarly, cities like Lagos and Accra have emerged as pan-African centres of fintech, music, fashion, and digital media. Migrants from across West Africa contribute significantly to the creative and digital economies, redefining African popular culture on global platforms (Sanya & Seifudein, 2016).

However, the full potential of these innovation ecosystems is constrained by persistent challenges. Xenophobia, particularly in South Africa, has led to violence against migrant entrepreneurs (Crush & Ramachandran, 2015). Exclusionary urban policies, lack of work permits, and limited access to health and housing services further marginalize migrants. For

innovation to thrive, labour mobility must be matched with inclusive governance frameworks that support the rights and well-being of migrants (ILO, 2020).

Migration and Identity Construction in Africa

Migration reshapes not only economies and labour markets but also social and cultural identities. As Africans move across borders, they engage in dynamic processes of identity negotiation that disrupt static notions of nationhood and ethnicity (Nyamnjoh, 2006). Migration creates spaces where pan-African identities, hybrid cultures, and transnational affiliations flourish. Many migrants develop "Afropolitan" identities that transcend narrow national categories, emphasizing shared linguistic, religious, or historical ties (Mbembe, 2007). In doing so, they put Pan-Africanism into practice by fostering solidarity across ethnic and national divides. For instance, Hausa traders in Côte d'Ivoire maintain cultural and commercial ties that stretch back centuries, linking communities from Nigeria to Senegal (Grégoire, 1995).

Yet, identity construction is not without conflict. In times of economic crisis or political unrest, migrants are often scapegoated. Xenophobic attacks in South Africa against Zimbabwean and Nigerian migrants illustrate how notions of belonging become contested, and how national identity can be mobilized in exclusionary and violent ways (Crush et al., 2013). Despite these tensions, African cities such as Abidjan, Dakar, Kampala, and Johannesburg have become melting pots, where migration stimulates cultural innovation. The fusion of musical genres, culinary traditions, languages, and dress codes is evidence of the rich social transformations driven by mobility (Adepoju & Van Noorloos, 2016). In sum, migration destabilizes colonial-era boundaries and enables new, pluralistic forms of African identity rooted in mobility, hybridity, and solidarity.

Regional Institutions and the Governance of Mobility

The governance of intra-African migration has gained prominence in recent years, with continental and regional bodies attempting to craft more coherent and enabling frameworks. The African Union's Agenda 2063 and the Free Movement Protocol envision a continent where Africans can travel, work, and settle freely. These frameworks are underpinned by the belief that mobility is essential for economic integration, peace, and unity (AU, 2015). Similarly, ECOWAS has been a frontrunner in promoting free movement, with protocols allowing citizens to reside and work in member states without visas (Afolayan et al., 2009).

Yet, significant implementation gaps remain. National governments often prioritize security and political sovereignty over regional commitments. Bureaucratic inertia, corruption at border points, and non-harmonized labour regulations continue to obstruct free movement (De Haas et al., 2019). The tension between nationalist agendas and regional ideals weakens the capacity of institutions to manage migration in a way that is inclusive, rights-based, and developmental. To address these challenges, regional bodies must shift from aspirational declarations to institutionalized actions, such as:

i. Establishing regional migrant databases to support legal protections and mobility.

ii. Developing mutual recognition of skills and cross-border work permits.

iii. Expanding access to healthcare, education, and legal aid for migrants in host countries.

Without such efforts, the potential of migration to serve as a catalyst for integration and growth will remain unrealized.

Challenges and Structural Inequalities

While intra-African migration offers transformative possibilities, it also reproduces and reflects deep-seated structural inequalities. Peripheral regions, often characterized by low human development indices, state fragility, and conflict, become sites of outmigration (World Bank, 2018). Migrants from countries such as South Sudan, the Democratic Republic of Congo, Niger, and Somalia seek refuge or better opportunities in more stable and economically dynamic states, contributing to a "brain drain" that deprives their home countries of skilled labour (Docquier & Rapoport, 2012).

In destination countries, migrants often work in the informal economy, where they are vulnerable to exploitation, wage theft, and unsafe conditions (ILO, 2017). Legal exclusions and social stigma further marginalize their experiences. For female migrants, the situation is often worse—they face disproportionate exposure to trafficking, domestic servitude, and sexual exploitation, compounded by the absence of gender-sensitive migration policies (Oucho, 2009). To mitigate these inequalities, a systemic shift is required, one that tackles the core-periphery structures identified by World-Systems Theory (Wallerstein, 1974). This includes:

i. Investing in human capital development in sending countries.

ii. Addressing the root causes of displacement, such as conflict and underdevelopment.

iii. Creating mechanisms for circular migration and diaspora engagement that allow migrants to contribute to both host and origin countries.

Conclusion

Intra-African migration has significantly contributed to the expansion of regional trade networks across the continent. Migrants often serve as vital actors in cross-border commerce, operating informal trade routes and establishing strong economic linkages between countries. For example, the Ghana-Nigeria corridor has experienced robust bilateral trade in goods, largely facilitated by migrant traders who have established thriving markets in cities such as Accra and Lagos. Similarly, in the Côte d'Ivoire-Burkina Faso-Mali triangle, labour mobility has played a central role in boosting the agricultural and cocoa sectors, thereby enhancing regional productivity. At the Seme-Krake border between Nigeria and Benin, informal traders and transporters, many of whom are migrants, sustain the flow of goods by circumventing inefficient state mechanisms and bypassing border bureaucracy. These patterns reveal that migration often compensates for weak infrastructure and ineffective formal institutions, sustaining regional commerce in ways that official trade agreements and protocols often cannot.

Moreover, the migration of skilled and semi-skilled labour within Africa has also spurred innovation, particularly in urban and semi-urban centres. In Nairobi, for instance, regional migrants from Uganda, Tanzania, and Rwanda actively contribute to the city's burgeoning tech ecosystem, participating in start-ups and innovation labs. South Africa's educational and research institutions continue to attract students and scholars from across the continent, promoting regional knowledge exchange and capacity-building. Similarly, cities like Lagos and Accra have become regional hubs for fintech, music, and fashion, shaped by the creative contributions of migrants from neighbouring countries. These innovation ecosystems thrive on diversity, as the influx of human capital accelerates idea generation and fosters cultural hybridity. However, the full potential of this mobility is undermined by exclusionary policies, xenophobic sentiments, and the lack of social protections for migrants, which limit their ability to contribute sustainably to host societies.

Migration in Africa also plays a critical role in shaping identity. As individuals move across borders, they engage in processes of cultural negotiation, challenging colonial-era categories

and fostering new forms of belonging. Many migrants adopt pan-African or hybrid identities that emphasize shared heritage over narrow national affiliations. However, these identities are often contested in host countries where migrants may face marginalization or violence, especially during economic downturns—as witnessed during episodes of xenophobic attacks in South Africa. Nevertheless, African cities such as Abidjan, Dakar, and Kampala are evolving into cultural melting pots where music, language, cuisine, and religious practices intermingle, generating dynamic and pluralistic identities that transcend state boundaries.

Regional institutions like the African Union (AU) and the Economic Community of West African States (ECOWAS) have made efforts to harmonize migration governance through instruments like the AU's Free Movement Protocol and Agenda 2063. These frameworks envision a continent in which people, goods, and ideas circulate freely. ECOWAS, in particular, has made notable strides with policies allowing visa-free travel and residence rights among member states. Despite these ambitious goals, challenges persist. Bureaucratic red tape, corruption at border crossings, and nationalistic politics continue to undermine the implementation of these policies. To overcome these barriers, regional institutions must go beyond policy declarations and invest in actionable mechanisms, such as creating regional migrant databases, issuing cross-border work permits, and guaranteeing social protections and legal rights for migrants.

While intra-African migration holds transformative potential, it also reflects and deepens structural inequalities. Peripheral regions often lose their most educated and energetic citizens to more economically vibrant areas, resulting in brain drain without reciprocal investment. Migrants frequently work in the informal economy, where they lack legal protections and access to essential services like healthcare and education. Gendered patterns of migration further reveal the vulnerability of women, who are disproportionately exposed to trafficking, exploitation, and limited economic mobility. Addressing these challenges requires a structural approach that confronts the root causes of underdevelopment, including conflict, weak state capacity, and chronic underinvestment in human capital.

In conclusion, intra-African migration remains a powerful force that shapes regional trade, fosters innovation, and redefines identity across the continent. Although it is shaped by the continent's internal core-periphery dynamics, it also provides opportunities for transformation. Harnessing this potential demands greater institutional coordination, improved border infrastructure, inclusive cultural narratives, and robust social protection mechanisms. Ultimately, intra-African migration is more than a movement of people, it is a reimagining of the African continent itself, where mobility becomes a foundation for integration, solidarity, and sustainable development.

References

Adepoju, A. (2008). Migration in sub-Saharan Africa. *Current African Issues*, 37.

Adepoju, A. (2010). *International Migration within, to and from Africa in a Globalised World*. Sub-Saharan Publishers.

African Union. (2018). *AU Protocol on Free Movement of Persons in Africa*.

Afolayan, A. A., Ikwuyatum, G. O., & Abejide, O. (2009). *Dynamics of international migration in Nigeria: A review of literature*.

Akinola, A. O. (2018). African migrants and the question of identity in host communities. *African Studies Review*, 61(1), 45–65.

AU (African Union). (2015). *Agenda 2063: The Africa We Want*. Addis Ababa: African Union Commission.

Awumbila, M. (2017). *Drivers of migration and urbanization in Africa: Key trends and issues*.

UN Expert Group Meeting.
Bach, D. C. (2012). Regionalism in Africa: Genealogies, institutions and trans-state networks. *Routledge*.

Bakewell, O. (2009). South-South migration and human development: Reflections on African experiences. *Human Development Research Paper 2009/07*.
Bakewell, O. (2008). 'Keeping Them in Their Place': The Ambivalent Relationship between Development and Migration in Africa. *Third World Quarterly*, 29(7), 1341–1358.

Brenton, P., & Soprano, C. (2018). Small-Scale Cross-Border Trade in Africa: Why It Matters and How It Should Be Supported. *Africa in Focus*, Brookings Institution.

Brenton, P., Gamberoni, E., & Sear, C. (2013). *Women and Trade in Africa: Realizing the Potential*. World Bank.

Chattopadhyay, S. (2019). Migration and the development of innovation ecosystems in Africa. *Journal of African Innovation Studies*, 1(1), 22–38.
Crescenzi, R., & Rodríguez-Pose, A. (2011). Innovation and regional growth in the European Union. *Springer*.

Crush, J., & Ramachandran, S. (2015). *Migrants and Cities: The Urban Challenge*. IOM World Migration Report.
Crush, J., Chikanda, A., & Tawodzera, G. (2013). The impact of the global financial crisis on migrants and migration in Africa. *IMI Working Paper*.
De Haas, H., Castles, S., & Miller, M. J. (2019). *The Age of Migration: International Population Movements in the Modern World*. 6th ed. Palgrave Macmillan.
Docquier, F., & Rapoport, H. (2012). Globalization, brain drain, and development. *Journal of Economic Literature*, 50(3), 681–730.
Flahaux, M.-L., & De Haas, H. (2016). African migration: Trends, patterns, drivers. *Comparative Migration Studies*, 4(1), 1–25.
Golub, S. (2012). Entrepôt trade and smuggling in West Africa: Benin, Togo and Nigeria. *The World Economy*, 35(9), 1139–1161.
Golub, S. (2015). Informal Cross-Border Trade and Smuggling in Africa. In *World Bank Handbook on Trade Policy*.

Grégoire, E. (1995). *Commerce caravanier et réseaux islamisés*. Karthala.
ILO (International Labour Organization). (2017; 2020). *Reports on Informal Employment and Migrant Workers in Africa*. Geneva: ILO.
Kaggwa, J., & Esselaar, S. (2017). ICT innovation and migration in East Africa. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 9(5), 615–627.

Landau, L. B., & Freemantle, I. (2010). Tactical cosmopolitanism and idioms of belonging: Insertion and self-exclusion in Johannesburg. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 36(3), 375–390.

Lucas, R. E. B. (2008). *International migration and economic development: Lessons from low-income countries*. Edward Elgar Publishing.
Mbembe, A. (2007). Afropolitanism. *Nka: Journal of Contemporary African Art*, (46), 28–33.
Nyamnjoh, F. (2006). *Insiders and Outsiders: Citizenship and Xenophobia in Contemporary Southern Africa*. Zed Books.
Nyamnjoh, F. B. (2013). Mobility, marginality, and the anthropology of Africa: Exploring 'Africa' as a flexible signifier. *African Studies Review*, 56(3), 1–18.

Olayiwola, S. (2020). Migration Governance in ECOWAS: Evaluating the Free Movement Protocol. *African Human Mobility Review*, 6(2), 34–59.

Oucho, J. O. (2009). *Migration and regional integration in Africa*. IOM.
Sanya, B. N., & Seifudein, A. A. (2016). Popular culture and Pan-Africanism: The paradox of migration in the digital age. *Journal of African Cultural Studies*, 28(3), 289–303.
Schoumaker, B., Beauchemin, C., & Vause, S. (2015). Migration from, to and within Africa. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*.
Teferra, D. (2010). *Higher Education and Globalization: Challenges, Threats and Opportunities for Africa*. Maastricht University.
Turok, I. (2016). Getting urbanization to work in Africa: The role of the urban land-infrastructure-finance nexus. *Area Development and Policy*, 1(1), 30–47.
Wallerstein, I. (1974). *The Modern World-System*. Academic Press.
World Bank. (2018). *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*. Washington, DC: World Bank.

Wallerstein, I. (2004). *World-Systems Analysis: An Introduction*. Duke University Press.

TÜRKİYE VE İSRAİL SAVUNMA SANAYİ İHRACATININ İNCELENMESİ

A REVIEW OF TÜRKİYE AND ISRAEL DEFENSE INDUSTRY EXPORTS

Ömer Can Kara

Düzce Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, Düzce, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-3808-7199

Doç. Dr. Zeynep Karaş

Düzce Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, Düzce, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3234-330X

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, Türkiye ile İsrail'in savunma sanayi ihracatını kapsamlı bir biçimde analiz etmeyi ve her iki ülkenin bu alandaki uluslararası ticaret performanslarını, güçlü yönlerini, karşılaştıkları zorlukları ve rekabet dinamiklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmanın temel hedefi, güncel ve karşılaştırmalı veriler ışığında yapılan analizlerle literatüre özgün bir katkı sunmaktır. Bu çerçevede, makalenin ilk bölümünde Türkiye ve İsrail'in savunma sanayilerinin tarihsel gelişimi ele alınmakta; devamında başlıca ihracat ürünleri, bu ürünlerin toplam ihracat içindeki payları, hedef pazarlardaki konumları, sektörün karşı karşıya olduğu riskler ve sunduğu fırsatlar ayrıntılı biçimde değerlendirilmektedir. Son bölümde ise Türkiye'nin savunma sanayi alanında İsrail ile rekabet edebilme kapasitesi analiz edilmekte ve bu doğrultuda çeşitli politika önerilerine yer verilmektedir.

Yöntem: Karma yöntemli akademik yaklaşım benimsenmiştir. Nitel veriler kitaplar, makaleler, raporlar gibi akademik kaynaklardan elde edilmiştir. Nicel veriler IMF, Dünya Bankası ve TradeMap veri tabanlarından alınmıştır ve temel istatistiksel teknikler kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular: Türkiye ve İsrail, savunma sanayii alanında küresel ölçekte ön plana çıkan ülkeler arasında yer almaktadır. Her iki ülkede bu sektörün gelişiminde temel itici güç olarak güvenlik kaygıları öne çıkmaktadır. Türkiye'de savunma sanayii, özellikle 2000'li yılların başından itibaren terörle mücadele kapsamında önemli bir gelişim sürecine girmiştir. İsrail 1980'li yıllardan itibaren güvenlik endişeleri çerçevesinde savunma alanında kendi kendine yeterlilik ilkesi ile bu alanda dikkate değer bir ivme yakalamıştır. Her iki ülke de sermaye yoğun üretim kapasitelerini hızla genişleterek savunma ürünleri alanında uluslararası düzeyde güçlü talep oluşturmayı başarmıştır. Türkiye, özellikle kara araçları, İHA'lar, deniz platformları, kısa menzilli füze sistemleri ve çeşitli askeri teçhizat alanlarında, rekabetçi fiyat avantajıyla yüksek kalite sunarak küresel pazarda güçlü bir ihracatçı konumuna ulaşmıştır. Öte yandan İsrail, füze sistemleri, elektronik harp teknolojileri ve İHA alanlarında ileri teknolojik yetkinlikleriyle öne çıkmaktadır. Türkiye ve İsrail arasındaki savunma sanayii iş birliği 1990'larda başlamış olsa da, İsrail'in uluslararası hukuku ihlal eden ve Filistinli sivillere yönelik olarak gerçekleştirdiği eylemler, Türkiye'nin bu iş birliğini sürdürmesini engellemiştir. Bu durum, Türkiye'nin savunma sanayiinde stratejik özerkliğe yönelmesini teşvik etmiş; yerli üretime ve ihracat odaklı

modellere dayanan bir gelişim stratejisinin benimsenmesini sağlamıştır. Böylece Türkiye, savunma sanayiinde sadece iç talebi karşılamaya yönelik değil, aynı zamanda jeopolitik olarak farklı coğrafyalarda uluslararası iş birliklerine açık, çok boyutlu bir yapıya evrilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Savunma İhracatı, Dış Ticaret, Savunma Sanayi, Türkiye-İsrail İlişkileri, Ulusal Güvenlik*

ABSTRACT

Introduction and Purpose: This study aims to comprehensively analyze the defense industry exports of Türkiye and Israel, highlighting their international trade performance, strengths, challenges, and competitive dynamics in this sector. The primary objective is to provide an original contribution to the literature through analyses based on current and comparative data. Within this framework, the first section of the article examines the historical development of the defense industries in Türkiye and Israel. Subsequently, it evaluates their main export products, the share of these products in total exports, their positions in target markets, and the risks and opportunities faced by the sector in detail. The final section analyzes Türkiye's capacity to compete with Israel in the defense industry and offers various policy recommendations in this regard.

Materials and Methods: A mixed-methods academic approach has been adopted. Qualitative data were obtained from academic sources such as books, articles, and reports. Quantitative data were sourced from the IMF, World Bank, and TradeMap databases and analyzed using basic statistical techniques.

Findings: Türkiye and Israel are among the prominent countries in the global defense industry. Security concerns have been the primary driving force behind the development of this sector in both countries. In Türkiye, the defense industry has undergone significant development, particularly since the early 2000s, in the context of counter-terrorism efforts. Israel, on the other hand, has gained considerable momentum in the defense sector since the 1980s, guided by the principle of self-sufficiency due to security concerns. Both countries have successfully expanded their capital-intensive production capacities, creating strong international demand for defense products. Türkiye has become a robust exporter in the global market, offering high-quality products at competitive prices, particularly in land vehicles, UAVs, naval platforms, short-range missile systems, and various military equipment. Israel, meanwhile, excels in missile systems, electronic warfare technologies, and UAVs with advanced technological capabilities. Although defense industry cooperation between Türkiye and Israel began in the 1990s, Israel's actions violating international law and targeting Palestinian civilians have hindered Türkiye from continuing this cooperation. This situation has encouraged Türkiye to pursue strategic autonomy in its defense industry, adopting a development strategy focused on domestic production and export-oriented models. Consequently, Türkiye's defense industry has evolved into a multidimensional structure that not only meets domestic demand but is also open to international collaborations across diverse geopolitical regions.

Keywords: Defense Exports, Foreign Trade, Defense Industry, Türkiye-Israel Relations, National Security

GİRİŞ

Güvenlik ihtiyacı, Maslow ihtiyaçlar hiyerarşisinde bireyler için en önemli ihtiyaçlar arasındadır. Bireylerde olduğu gibi devletler açısından da güvenlik ihtiyacı kaçınılmaz bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır (Baran, 2018: 58). **Devlet**, varlığını devam ettirebilmek,

içerisinde bulundurduğu insanların can ve mal güvenliğini tesis etmek, egemenliğini muhafaza edebilmek için güvenlik kavramını ana doktrin olarak görerek caydırıcılığını bu doğrultuda arttırmaya çalışır. Bu nedenle devletler, dış tehditlere karşı çeşitli stratejiler ortaya koyarak ulusal savunmasını dış alımlarla veya yerli üretimle devamlı olarak iyileştirmeye çalışır.

Güvenliğin tesis edilmesi konusunda dış alıma bağımlı olmak, ülkenin dış tehditlere karşı caydırıcılığını kısa vadede arttırsa da uzun vadede ülke, silah tedarikçilerine ekonomik anlamda bağımlı hale gelmektedir. Bu noktada ulusal savunma sanayisinin inşası ve yerlilik oranının savunma sanayisi için yüksek olması, ülkenin dışa bağımlılığını azaltır ve stratejik anlamda bağımsızlık kazanmaya başlayan ülke, ürettiği savunma ürünlerini yurtdışına ihraç etmeye başlayarak bu alanda önemli döviz girdisi üretmeye başlar.

Türkiye ve İsrail de bu noktada savunma sanayi anlamında bağımsızlık kazanmaya çalışan iki ülkedir. Savunma sanayisi anlamında iki ülke de geçmişte yüksek oranda dışa bağımlı durumdayken gelinen noktada iki ülke de dünyanın en büyük silah ihracatçıları durumuna gelmiştir.

İsrail'in araştırmanın inceleme konusu arasında olması, İsrail'in savunma sanayi pazarında Türkiye'nin en önemli rakiplerinden birisi olmasıdır. Bu durum da pazardaki en büyük rakiplerden birisi olan İsrail'in savunma sanayi yapısının analiz edilmesi ve literatüre kazandırılması gereksinimini doğurmaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde Türkiye'nin savunma sanayisinin gelişimi, Türkiye'nin savunma sanayi ve havacılık ihracatıyla Türkiye'nin savunma sanayi ihracatında ülkelerin payı incelenecektir. İkinci bölümde ise İsrail savunma sanayisinin gelişimi, İsrail'in savunma sanayi ihracatı ve ihracat gerçekleştirilen ülkelerin toplam savunma sanayi ihracatındaki payı incelenecektir. Üçüncü bölümde Türkiye'nin savunma sanayisi ürünlerinin toplam ihracat içerisindeki payı verilerle incelenecektir. Dördüncü bölümde İsrail savunma sanayisi ürünlerinin toplam ihracat içerisindeki payı incelenecektir. Beşinci bölümde Türkiye Savunma sanayisinin karşılaştığı fırsatlar ve zorluklar ortaya konulacaktır. Altıncı bölümde ise araştırma genel olarak sonuca bağlanıp, Türkiye savunma sanayisi için önerilerde bulunulacaktır.

TÜRKİYE SAVUNMA SANAYİSİNİN GELİŞİMİ

Türkiye savunma sanayisinin temellerinin Osmanlı İmparatorluğu zamanında atıldığı söylenebilir. 19'uncu yüzyılda Sanayi Devrimi ile geliştirilen buhar makineleri, dönemin baruthane ve tersaneler gibi savunma sanayi kuruluşlarına entegre edilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda Türk Savunma Sanayindeki ilk AR-GE hamlelerinin 19'uncu yüzyıldan itibaren başladığı görülebilir (Şehitoğlu ve Kurt, 2021: 35).

Osmanlı İmparatorluğu'nda savunma sanayi için gelişim örnekleri görülse de asıl gelişmeler 1923 yılından itibaren başlamıştır. Birinci Dünya Savaşı sonrasında Anadolu topraklarının itilaf devletleri tarafından işgali, Kurtuluş Savaşı dönemde düşman işgaline karşı silahlar ve cephanelere duyulan yoğun ihtiyaç, savaş sonrası dönemde Avrupa'da yeni bir dünya savaşının başlamasına zemin hazırlayan politik ortam, genç Türkiye Cumhuriyeti için yerli ve milli savunma sanayisinin oluşturulmasına yönelik bir gereklilik oluşturmuştur. Ayrıca Osmanlı İmparatorluğu döneminde devletin ithalata bağımlı olması nedeniyle dış borç yükünün çok fazla olması ve bu durumun imparatorluğun bağımsızlığını oldukça zayıflatması da yerli üretim düşüncesinin en büyük felsefesini oluşturmuştur.

Bu gereklilik düşüncesi nedeniyle 1921 yılında Askeri Fabrikalar Genel Müdürlüğünün kurulması ile Türkiye Cumhuriyeti Savunma Sanayisinin temelleri atılmaya başlanmıştır. 1924 yılında Ankara Fişek Fabrikası, Silah ve Top Tamir Atölyesi ile Gölcük Tersanesinin kurulması ile yerli savunma sanayi üretimi süreci başlamıştır. 1926 yılında Kayseri Uçak Fabrikası (TOMTAŞ) faaliyete başlamıştır (Yeşilyurt ve Yeşilyurt, 2019: 2). 1927'de Ankara'da

mühimmat fabrikası, 1928'de Kırıkkale Pirinç Fabrikası ve Kırıkkale Elektrik Makineleri Fabrikası, 1929 yılında Kırıkkale Mühimmat Fabrikası, 1931'de Kayaş Kapsül Fabrikası, 1932'de ABD ile uçak montaj ve üretimi yapılmaya başlanmıştır ve 1935'te Mamak Gaz Maske Fabrikası, 1936'da ise Kırıkkale Barut, Tüfek ve Top Fabrikası kurulmuştur (Bingöl ve Varlık, 2015: 51-52).

Bu dönemde devlet tarafından kurulan savunma sanayi işletmelerinin yanında özel teşebbüsler tarafından oluşturulan savunma sanayi işletmeleri de mevcuttur. Cumhuriyetin ilk yıllarında özel teşebbüs ile kurulan tesislerin en büyük öncüleri Şakir Zümre, Nuri Killigil ve Vecihi Hürkuş olmuştur. Şakir Zümre, Türk Ordusu için mühimmat ürettiği fabrikasını 1925'te açmıştır ve 1930'lu yılların sonlarına doğru gelişen üretim hacmiyle birlikte Yunanistan, Bulgaristan ve Mısır gibi ülkelere ihracat gerçekleştirecek kapasiteye ulaşmıştır. Ancak İkinci Dünya Savaşı sonrasında dönemin Türk Dış Politikası'nın Sovyetler Birliği tehlikesi nedeniyle Batı merkezli bir siyaset izlemesi nedeniyle ordu envanterinde NATO standartlarının kullanılması gerekliliği, Şakir Zümre'nin teşebbüsünün öneminin azalmasına neden olmuştur. Bir diğer müteşebbis olan Nuri Killigil tarafından oluşturulan özel girişimler sayesinde de uçak bombası, havan mermisi, tabanca gibi ürünler Türkiye'de üretilmeye başlanmıştır. Üretilen ürünler Pakistan, Suriye ve Mısır gibi ülkelere ihraç edilmeye başlanmıştır. Ancak 1949 yılında Nuri Killigil'in de bulunduğu bir sırada üretim tesisinde yaşanan patlama ile bu teşebbüs de sona ermiştir. Öne çıkan girişimcilerden biri de Nuri Demirağ'dır. Demirağ'ın tren rayları ile başlayan girişimleri, 1936 yılında uçak fabrikasının kurulmasıyla birlikte havacılık alanına kaymıştır. Bu dönemde NUD-36 ve NUD-38 uçakları üretilmiştir ve birçok ülkeye ihraç edilmiştir. Fakat uçakların test uçuşları sırasında meydana gelen bir kaza nedeniyle Türk Hava Kurumu'nun Nuri Demirağ'dan sipariş ettiği ürünleri iptal etmesine neden olmuştur ve Nuri Demirağ olayın sonucunda iflas etmiştir. Erken dönem cumhuriyetin öne çıkan müteşebbislerinden sonuncusu olan Vecihi Hürkuş da Türkiye'nin ilk av uçağını yapma hayaliyle yatırımlarına başlamıştır ve av uçağı üretmeyi başarmıştır. 1930 yılında ilk sivil amaçlı uçak da Vecihi Hürkuş tarafından üretilmiştir. Ancak Türkiye'deki yetkili kurumlardan tüm girişimleri için olumsuz yanıt alan ve kurduğu Türkiye'nin ilk havayolu şirketi olan Hürkuş Havayollarının lisanslarının iptal edilmesiyle başarılı olamamıştır (Kurt ve Yiğit, 2024: 15-18).

İkinci Dünya Savaşı öncesinde Nazi Almanyasının Avusturya ve Südetler bölgesini ilhakı ile savunma sanayi yatırımlarına ayrılan bütçe, yaklaşan savaş nedeniyle ülke savunmasının geliştirilmesine yönelik çalışmalara aktarılmaya başlanmıştır. Bu durum da 1930'ların sonu ve İkinci Dünya Savaşı bitimine kadar ülkede savunma sanayisinin gelişmesini yavaşlatarak dış savunma sanayi ithalatının önemli derecede artmasına neden olmuştur. Bu dönemde savaştan galip ayrılmış Sovyetler Birliği'nin Türkiye topraklarını ilhak etmek istemesi, Türkiye savunma sanayisinin ivedilikle geliştirilmesine yönelik kaygıları bir kez daha öne çıkarmıştır ancak Sovyet saldırısının her an olabileceğine yönelik kaygı, Türkiye'yi ABD ile yakınlaşmaya itmiştir.

Batı ile ilişkilerin geliştirilmesi ve ABD'nin Ortadoğu'daki Sovyet nüfuzunu kırma isteği ile 1947 yılında oluşturulan Truman Doktrini ile Türkiye'ye ordunun modernize edilmesi ve kendisini savunabilmesi amacıyla askeri teçhizat verilmeye başlanmıştır. Türkiye'nin savunmasını en kısa sürede güçlendirme kısa sürede silaha sahip olma isteği ise, ABD'ye olan bağımlılığı arttırarak yerli savunma sanayisinin gelişimini önemli ölçüde azaltmıştır. 1952 yılında Türkiye'nin NATO'ya kabul edilmesi ile ABD'ye ek olarak NATO ülkelerinden de Türkiye'ye askeri teçhizat yardımı yapılmıştır ve bu durum da Türkiye'deki savunma sanayisinin gelişimine yönelik azaltıcı etkilerden birisi olmuştur. 1954 yılında savunma anlamında dışa bağımlılığın azaltılması için Millî Savunma Bakanlığı bünyesinde Ar-Ge birimi kurulmuş olsa da dışa bağımlılığın yerli savunma sanayisine olan olumsuz etkilerin net bir

şekilde anlaşılması, 1974 Kıbrıs Barış Harekâtı nedeniyle Türkiye'nin uğradığı ABD ambargosu ile olmuştur (Yılmaztürk, 2023: 146).

Savaş sonrası dönemde ABD ve NATO ülkelerine olan yüksek derecedeki savunma sanayi bağımlılığı mevcut olsa da bu dönemde de belirli savunma sanayi girişimleri olmuştur. Bu dönemde savunma sanayi alanında yaşanan en önemli gelişmelerden birisi de Türkiye'de bulunan savunma sanayi işletmelerinin 1950 yılında Makine ve Kimya Endüstrisi adı altında birleştirilmesidir (Yurtoğlu, 2017: 86). Tablo.1'de Türkiye'nin NATO'ya üye olduğu 1952 yılından 1974 Kıbrıs Barış Harekâtına olan süreçte faaliyetlerine başlayan savunma sanayi kuruluşları ve firmaları bulunmaktadır.

Tablo.1 1952'den 1974'e Kadar Kurulan Başlıca Savunma Sanayi Kuruluş ve Firmaları (Temiz, 2012).

Yıl	Kuruluş İsmi
1954	MSB Ar-Ge Dairesi Başkanlığı
1957	Mühimmat Fabrikası
1963	OTOKAR
1964	BMC Sanayi ve Ticaret A.Ş.
1967	Otomarsan; Northern Electronic Telekomünükasyon A.Ş. (NETAŞ)
1969	Kalekalıp Makina ve Kalıp Sanayi A.Ş.
1969	Meteksan Sistem
1970	Türk Hava Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı
1972	TÜBİTAK-Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü
1972	Türk Donanma Vakfı
1973	TUSAŞ; HEMA Endüstri A.Ş.
1974	HEMA Dişli Sanayii ve Ticaret A.Ş.
1974	Türk Kara Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı
1974	Asil Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Tablo.1'e göre savunma sanayisinde dışa bağımlılığın yüksek oranda görüldüğü dönemde askeri teçhizat üretimi, Ar-Ge faaliyetlerinin geliştirilmesi, orduya kaynak oluşturmak ve halkın savunma sanayisine yönelik bilinçlendirilmesi için çeşitli kurumlar oluşturulduğu görülebilir. Her ne kadar savunma sanayi girişimlerinden bahsedilse de bu kurumlar yüksek bağımsızlık hedefi için yeterli olmamış ve 1974 Kıbrıs Barış Harekâtı ile ABD ambargosu nedeniyle yerli üretime odaklanma süreci başlamıştır.

Ambargo sonucunda Türkiye ekonomisi çok ağır bir yara almıştır ve bunun sonucunda da savunma sanayi oldukça olumsuz etkilenmiştir. Ambargonun Türkiye için doğurduğu tek olumlu durum, yerli savunma sanayisinin geliştirilmesinin vazgeçilmez bir unsur olduğunun devlet ve Türk halkı tarafından anlaşılmasıdır. Bu bilinçle birlikte cumhuriyetin ilk yıllarında görülen atılımlara benzer girişimler görülmektedir. Tablo.2'de Kıbrıs Barış Harekâtı döneminden 1990'lı yılların sonuna kadar oluşturulan başlıca savunma sanayi kuruluş ve firmaları gösterilmiştir.

Tablo.2 1974'ten 1990'lı Yılların Sonuna Kadar Kurulan Başlıca Savunma Sanayi Kuruluş ve Firmaları (Temiz, 2012).

Yıl	Kuruluş İsmi
1975	ASELSAN
1980	SARSILMAZ Silah Sanayi A.Ş.
1981	ASPİLSAN
1982	HAVELSAN; Yüksek Teknoloji A.Ş
1983	Savunma Donatım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
1984	TUSAŞ Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş. (TAI)
1985	Savunma Sanayii Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (SAGEB)
1985	TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş. (TEI)
1987	TSKGV
1987	FMC-NUROL Savunma Sanayii A.Ş. (FNSS)
1988	ROKETSAN
1989	Savunma Sanayii Müsteşarlığı (SSM)
1990	HAVELSAN Teknoloji Radar
1992	NUROL Makine Sanayii A.Ş.
1993	TİSAŞ Trabzon Silah Sanayi AŞ
1994	Girsan Silah Sanayii
1998	RMK Marine Gemi Yapım Sanayi
1998	Alp Havacılık, Milsoft Yazılım Teknolojileri A.Ş.; Yonca-Onuk Adi Ortaklığı; HAVELSAN EHSIM

Tablo.2'de günümüzdeki savunma sanayisinin asıl temellerinin tabloda gösterilen 20 yıllık zaman dilimi içerisinde atıldığı görülmektedir. Türkiye'nin günümüzde dünyada öne çıktığı savunma sanayisi ürünlerinin üretildiği firmalar başlıca ASELSAN, HAVELSAN, TUSAŞ, ROKETSAN, SARSILMAZ Silah Sanayi'dir. Bu şirketler askeri mühimmat, araç üretim ve modernizasyonu ile deniz ve hava araçlarının üretimiyle modernizasyonuna yönelik çalışmalar yürütmeye başlamışlardır.

Aynı zamanda bu firmaların kendi Ar-Ge faaliyetlerinin yanında Savunma Donatım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Savunma Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı ve Savunma Sanayi Müsteşarlığı tarafından savunma sanayisinde öne çıkan firmaların Ar-Ge destekleri, ihracat teşvikleri, ithalatta çeşitli ayrıcalıklar ve üretimin büyütülmesi için çeşitli desteklerde bulunulmuştur.

Türk Silahlı Kuvvetlerinin Güçlendirme Vakfı gibi kuruluşlarla da öne çıkan şirketlerin gelişimi ve finansmanı için çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Bu sayede günümüzde dünyaya savunma sanayi ürünü ihracatı gerçekleştiren Türk şirketlerinin temelleri atılarak Türkiye'nin stratejik bir alanda uzmanlaşmasının yolu açılarak ülkenin savunma sanayi anlamında tam bağımsızlığına yönelik önemli adımlar atılmıştır.

Bu dönemde savunma sanayisinin gelişmesini hızlandıran çok önemli gelişmeler bulunmaktadır. Irak-İran Savaşı, Birinci Körfez Savaşı, Irak'ın hızlı şekilde silahlanması, PKK'nın terör eylemlerinin ciddi derecede artış göstermesi, İsrail'in bölgedeki saldırgan askeri faaliyeti, Yunanistan ile yaşanan Ege sorununun savaş ihtimallerini gündeme getirmesi gibi ulusal ve uluslararası olaylar; Türkiye'nin savunma sanayisine olan öneminin milli güvenlik doktrini haline gelmesinin ve savunma sanayisine yönelik bütçenin önceki yıllara göre gözle görülür biçimde arttırılmasının en büyük nedenleri arasındadır (Başar ve Künü, 2012: 25-26).

1980'li ve 1990'lı yıllarda Türkiye'de yaşanan mali ve siyasi istikrar sorunları, askeri darbe ve muhtıralar gibi nedenlerle savunma sanayisine yeterli önem verilememiştir. Bu dönemlerde Türkiye artan savunma harcamalarında yerli üretime gereken bütçeyi ayıramıyordu. Bunun en büyük sebebi olarak mali kriz nedeniyle yerli savunma sanayi üretimi için gerekli bütçenin dış borç faizi ödemesi için kullanılması ve PKK ile mücadelede gerekli savunma sanayi ekipmanlarının dışarıdan hızlı şekilde tedarik edilmesi istekleriydi (Özer, 2019: 53).

2000'li yılların başından itibaren savunma sanayisi alanında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Ekonomik göstergelerin iyileşmesi, PKK ile mücadelede siyasi ve askeri anlamda başarılar kazanılması, AB süreci gibi olgular nedeniyle Türkiye savunma bütçesinde azalış görülse de Türkiye'de bu dönem tam bağımsızlık hedefi ana politika hedeflerinden birisi haline gelmiştir ve savunma sanayisi alanında yeni kazanımlar elde edilmeye başlanmıştır (Bayraklı, 2024: 219).

2000'li yılların sonlarına doğru yaşanan Küresel Finansal Kriz nedeniyle Türkiye'de görülen ekonomik sorunlar, savunma sanayi şirketlerini de etkilemiştir ve bu şirketler çeşitli mali problemlerle karşı karşıya kalmıştır ancak bu problemlere rağmen savunma sanayisi içerisinde faaliyet gösteren şirketlerin krizi kolay atlattığı görülmektedir (Temiz'den aktaran Bayraktar, 2019: 8).

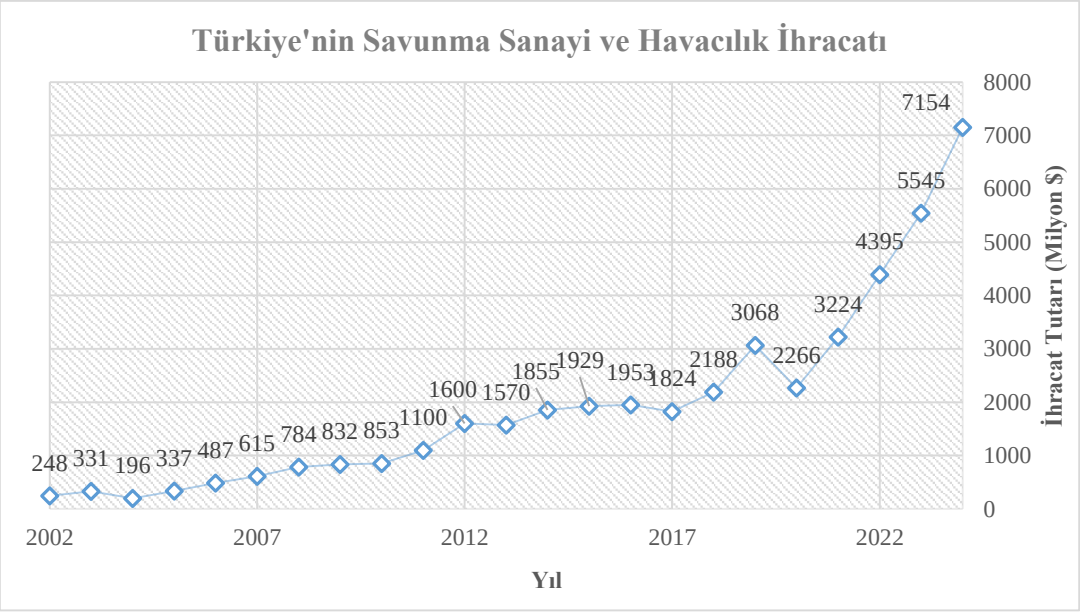
Bu dönemde Inta SpaceTurk, YALTES Elektronik ve Bilgi Sistemleri Üretim ve Ticaret A.Ş., Vestel Savunma Global Teknik A.Ş. KALETRON Yazılım Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş., SDT Uzay ve Savunma Teknolojileri ve Meteksan Savunma gibi günümüzdeki Türk Savunma Sanayi sektörüne yön veren birçok şirket faaliyete başlamıştır.

2006 yılından günümüze kadar olan süreçte savunma sanayi sektöründeki temel hedef; Türkiye'nin savunma anlamındaki kendi kendine yeterliliğini tesis ederek sürdürülebilir bir sektör yapısı oluşturmak olmuştur. 9'uncu, 10'uncu ve 11'inci Kalkınma Planları ile savunma sanayi stratejik planları doğrultusunda Ar-Ge faaliyetleri, yerli üretim ve ihracat teşvik edilmiştir. Bu dönemde MİLGEM, Altay, ATAK, BAYRAKTAR gibi sektör için kritik projeler hayata geçirilmiştir. Böylelikle savunma sanayi cirosu 2002 yılında 1,3 milyar $ seviyesinden 2024 yılında 15 milyar $ seviyesine çıkarılmıştır. 2002 yılında 247 milyon $ seviyesinde olan savunma sanayi ihracatı ise 2024 yılında 7 milyar $ seviyesine çıkarılmıştır (Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığı, 2025).

Türkiye'nin savunma sanayisi ürünlerinde son yıllarda katma değeri yüksek ürünler öne çıkmaktadır. Sarsılmaz Silah Sanayi A.Ş. tarafından geliştirilen SARBOT, çatışma bölgelerinde personel kayıplarının önüne geçebilmek, keşif faaliyetleri yürütmek amacıyla geliştirilmiştir (Milliyet, 2024). Bu durum, Türk savunma sanayisinin yüksek bağımlılık oranına sahip olduğu dönemlerden küresel savunma sanayi sektörünü şekillendiren bir aktör olarak öne çıkması açısından önemlidir.

Türkiye'nin Savunma Sanayi ve Havacılık İhracatı

Türkiye Savunma Sanayisinin günümüze kadar olan süreçteki eriştiği noktanın gösterilmesi, Türkiye Savunma Sanayi sektörünün gelişimi açısından ve sektörün stratejik önemi hakkında farkındalık yaratmak açısından önemlidir. Bu sebeple Şekil.1'de Türkiye Savunma Sanayi ve Havacılık İhracatı 2002-2024 yıllarını kapsayacak şekilde gösterilmiştir:



Şekil.1 Türkiye'nin 2002-2024 Yılları Arasındaki Savunma Sanayi ve Havacılık İhracatı (Milyon $) (Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığı, 2025).

Şekil.1'de 2002 yılında 248 milyon $ olan savunma sanayi ve havacılık ihracatımızın 2024 yılında 7,154 milyar $ seviyesinde geldiği görülmektedir. Artış oransal olarak %2.816,22 seviyesindedir. Bu artış, savunma sanayisinin kurumsallaşması ve üretilen ürünlerin katma değerinin yüksek olması ile rekabetçi fiyatlara sahip olması bakımından birçok konuya ışık tutmaktadır. 2002 yılından 2011 yılına kadar olan süreçte istikrarlı ve yavaş büyümeye sahip olan savunma sanayi ihracatı ilk defa 2011 yılında 1 milyar $ seviyesini aşarak yaklaşık 1,10 milyar seviyesine gelmiştir.

2009-2012 yılları arasındaki kırılmanın pozitif eğilimli olması, Dokuzuncu Kalkınma Planı içerisinde Savunma Sanayi Sektörünün geliştirilmesine yönelik oluşturulan stratejilerdir. Tablo.3'te Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda savunma sanayisi için izlenmesi planlanan stratejiler gösterilmiştir:

Tablo.3 Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda Yer Alan Savunma Sanayisinin Geliştirilmesine Yönelik Stratejiler (Resmi Gazete, 2006).

Madde	Strateji
170.	2005 yılında TÜBİTAK tarafından uygulamaya geçirilen Türkiye Araştırma Alanı Programı kapsamında, "Akademik ve Uygulamalı Ar-Ge Destek", "Kamu Ar-Ge Destek", "Sanayi Ar-Ge Destek", "Savunma ve Uzay Ar-Ge Destek", "Bilim ve Teknoloji Farkındalığını Artırma" ve "Bilim İnsanı Yetiştirme ve Geliştirme" Programları başlatılmıştır.
482.	…bilgi ve iletişim teknolojileri ile savunma ve uzay teknolojileri öncelikli alanlar olarak desteklenecektir.
530.	Savunma, havacılık, uzay, kimya, malzeme ve bitki genetiği gibi bilgi ve teknoloji yoğun alanlar geliştirilecektir.
531.	Havacılık ve uzay alanındaki faaliyetlerin koordinasyonunu sağlayacak bir teşkilat kurulacaktır.
532.	Savunma sanayiinde; ihtiyaçları güvenli ve istikrarlı bir biçimde milli imkanlarla karşılamak üzere rekabetçi, kendine yeten, esnek, ülke sanayii ile bütünleşmiş, ortak üretim-tasarım ve Ar-Ge alanlarında uluslararası işbirliği çalışmalarına etkin katılım sağlayan bir yapıda üretimin geliştirilmesi ve bunun için gerekli altyapı ile teknolojik ve yönetsel kabiliyetlerin kazanılması temel hedeftir.
533.	Ulusal savunma sanayiini geliştirmek amacıyla, mevcut altyapıdan ve teknoloji yeteneğinden azami faydalanan, verimliliği, Ar-Ge'ye dayalı tedariki, yurt içi teknoloji ve kabiliyet edinimini esas alan bir sistem ve mevzuat oluşturulacaktır.
557.	557. Ülkemiz, bilgi teknolojileri sektöründe, yazılım ve hizmetler alanında bölgesel bir oyuncu olarak konumlandırılacaktır. Bu kapsamda; Rekabet gücü artırılan sektör ihracata yönlendirilecek, ihracatta proje odaklı hizmetlere ve katma değeri yüksek telekomünikasyon, eğitim, sağlık ve savunma sanayii gibi sektörlere özel yazılım ürünlerine odaklanılacaktır.

Tablo.3'te 2007-2013 yıllarını kapsayan Dokuzuncu Kalkınma Planı içerisinde savunma sanayisini geliştirmeye yönelik birçok madde bulunmaktadır. Bilgi teknolojileri alanının desteklenmesi, havacılık ve uzay alanındaki faaliyetlere yönelik düzenlemeler, Ar-Ge'ye önem vererek sektörde üretilen ürünlerin katma değerinin arttırılmasına ve yazılım ürünlerinin üretiminin teşviki gibi birçok alanda çeşitli stratejiler belirlenmiştir. Dokuzuncu Kalkınma Planı içerisinde yer alan 7 madde, günümüzdeki savunma sanayisinin başarısının temellerini oluşturan en büyük kaynaklardan birisidir. Bu durum da Şekil.1'de görülen 2009-2012 yıllarında yukarı yönlü artışın en büyük sebeplerinden birisini oluşturmaktadır.

2012-2016 yılları arasında dönemsel düşüşler yaşansa da savunma sanayi ve havacılık ihracatında 23 yıllık süreçte olumlu anlamdaki ilk büyük yükseliş oranı 2017 yılında gerçekleşmiştir. 2017 yılında 1,824 milyar $ olan savunma sanayi ve havacılık ihracatı, 2018'de 2,188 milyar $ ve 2019 yılında 3,068 milyar $ olmuştur. Bu durumun en büyük sebebi 2016 yılında Türkiye'nin Bölücü Terör Örgütü unsurlarına yönelik gerçekleştirdiği Fırat Kalkanı Operasyonu ile başlayan ve 2017 İdlib Operasyonu, 2018 Zeytin Dalı Operasyonu ve 2019 Barış Pınarı Operasyonu ile devam eden terör operasyonlarında sahada kullanılan Türk menşeili savunma sanayi ürünleridir.

Bu operasyonlarda Türkiye'nin en önemli savunma sanayi ürünlerinden birisi olan ve dünya çapında tanınırlığa sahip olan İnsansız Hava Aracı TUSAŞ ANKA, Silahlı İnsansız Hava Aracı BAYRAKTAR TB-2 gibi savunma sanayi ürünleri oldukça verimli bir şekilde kullanılmış olup bölücü terör örgütü unsurlarına ağır kayıplar verdirilmiştir. Ürünlerin sahadaki başarısı da bu Türk Savunma Sanayisinin dünya çapında tanınırlığını arttırmıştır ve bu ürünleri önemli savunma sanayi ihracat kalemleri haline getirerek ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamıştır (Erdil, 2021: 600-601).

2019 ve 2020 yılları arasında önceki yıllarda yaşanan yükselişin aksine savunma sanayisi ihracatında %26,14 oranında düşüş gözlemlenmiştir. Türkiye bu dönemde hava savunma sistemini güçlendirmek için Rusya'dan S-400 hava savunma sistemi tedarik etmiştir ancak ABD bu durumu NATO askeri ekipman güvenliğine yönelik tehdit olarak algılamıştır. Türkiye Rusya'dan alınan S-400 sistemlerinin NATO sistemlerine entegre edilmeyeceğini ve kaygıların yersiz olduğunu diplomatik yollardan ifade etse de ABD, Türkiye'yi 2019 yılında F-35 programından çıkararak 2020 yılında CAATSA yaptırımları kapsamına almıştır.

Yaptırımlar sebebiyle Savunma Sanayi Başkanlığına mal ve teknoloji transferi için ihracat lisansı verilmesi yasaklanmış olup, Savunma Sanayi Başkanlığı'na yönelik Eximbank kredileri

ve uluslararası finansal kuruluşların savunma sanayisini geliştirecek stratejilere yönelik finansman yasakları getirilmiştir. Ayrıca bazı bürokralara ABD'ye yönelik vize yasağı ve bürokratların ABD'deki mal varlıklarının dondurulması gibi yaptırımlar uygulanmaya başlanmıştır (Dilek & Oğuz, 2021: 197).

Yaşanan gelişmeler dolayısıyla Türk savunma sanayisi, 2019'dan itibaren CAATSA yaptırımlarının uygulanma ihtimalinin savunma sanayi ihracatı rakamlarını azaltması nedeniyle zarar görmüştür ve nitekim 2020 yılında ABD'nin Türkiye'ye CAATSA yaptırımlarını uygulamaya başlamasıyla Savunma Sanayi Başkanlığı'nın yurtdışındaki savunma sanayi şirketleriyle ortak üretim ve modernizasyon gibi projeleri de askıya alınmıştır. Ayrıca 2017'den itibaren ihracatta yakalanan büyüme ivmesi de durmuştur. Ancak yaşanan olumsuz durum neticesinde savunma sanayi yerli üretim oranının arttırılmasına yönelik stratejiler izlenmeye başlanmıştır ve yaşanan yaptırımlar dolayısıyla savunma sanayi sektörünün uğradığı zarar telafi edilmeye başlanmıştır.

Bunun neticesi olarak 2020 yılından itibaren savunma sanayi ihracatında önceki yıllara kıyasla oldukça büyük bir artış meydana gelmiştir. Bu durum, ABD yaptırımlarının Türkiye Savunma Sanayisi'nin ihracat oranlarına yönelik olumsuz etkilerinin çok kısa sürede aşıldığını göstermektedir. 2020 yılında 2,266 milyar $ olan ihracat, 2022 yılında 4,395 milyar $'a yükselmiştir. İhracattaki 2 yıllık yükseliş oranı %93,95 olmuştur ve bu durum Türkiye savunma sanayisi ihracatının yeniden toparlanma eğilimine girdiğini göstermektedir.

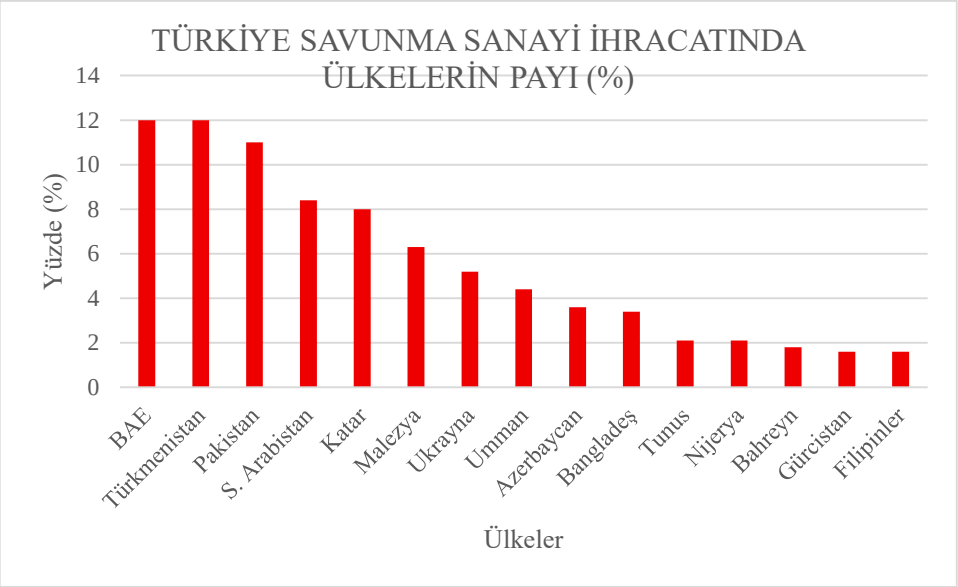
Bu dönemde ihracat rakamlarındaki toparlanma eğiliminin hızlanmasının en büyük sebebi İkinci Karabağ Savaşı'nda Türkiye'nin İHA/SİHA ürünlerinin ve KORAL gibi elektronik harp sistemlerinin Dağlık Karabağ bölgesinde aktif olarak kullanılmasıdır. Azerbaycan'ın Türkiye'den tedarik ettiği savunma sanayi ürünlerinin sahadaki aktif başarısı, savaşın yaşandığı dönemde Türk menşeili ürünlere olan küresel talebin artmasına neden olacağına yönelik analizlere neden olmuştur (BBC, 2020). Özellikle Türk İHA/SİHA ürünlerinin sahadaki başarısının büyük katkısı olduğu II. Karabağ Savaşı, sektörde Türkiye'nin en büyük rakiplerinden birisi olan İsrail'in hava savunma programlarının mimarı Dr. Uzi Rubin tarafından "tarihin İHAlar tarafından kazanılan ilk savaşı olduğu" şeklinde yorumlanmıştır (Anadolu Ajansı, 2020). Nitekim savunma sanayi ihracatı, Türk Savunma Sanayisi ürünlerine yönelik küresel talep artışı sayesinde 2022 yılında 4,395 milyar $ olmuştur.

2022 yılında Rusya'nın Ukrayna'ya yönelik operasyonları neticesinde Ukrayna savunma harcamalarını arttırmış ve Türkiye'den önemli miktarda savunma sanayi ürünü tedarik etmiştir (Euronews, 2022). Ayrıca Polonya, Litvanya, Letonya ve Estonya gibi ülkeler de Ukrayna işgalinin sadece Ukrayna ile sınırlı kalmayacağını düşünerek Türkiye'den savunma sanayi ürünleri ithal etmişlerdir.

Rusya'nın Ukrayna'ya yönelik operasyonlarında Ukrayna özellikle Türk menşeili SİHAlar sayesinde Rus hava savunma sistemlerini ve Rus ordusuna ait zırhlı araçların imha edilmesi konusunda sahada büyük başarılar elde etmiştir ve bu durum uluslararası basında geniş çaplı yer bulmuştur (Kıllıoğlu, 2023: 119). Bu sayede Türk Savunma Sanayi ürünlerinin ihracatı bu dönemde önemli derecede artmıştır ve yaşanan artışlar sayesinde savunma sanayi ihracatı 2024 yılında 7,154 milyar $ seviyesine yükselmiştir.

Türkiye Savunma Sanayi İhracatında Ülkelerin Payı

Türkiye'nin ihracat rakamlarının yanında en çok ihracat gerçekleştirilen ülkeler ve toplam savunma sanayi ihracatında ülkelerin payının analiz edilmesi de Türkiye Savunma Sanayi ihracatının yapısının anlaşılması için oldukça önemlidir. Bu sebeple Şekil.2'de Türkiye'nin Savunma Sanayi İhracatında Ülkelerin Payı gösterilmiştir.



Şekil.2 Türkiye Savunma Sanayi İhracatında Ülkelerin Payı (%) (SIPRI, 2024. Arms Transfer Database).

Şekil.2'ye göre Türkiye'nin 2000-2024 yılları arasındaki savunma sanayi ihracatında en büyük pay BAE ve Türkmenistan'dadır. BAE'ye yönelik ihracatın en büyük sebebi BAE'nin İran'ı coğrafi yakınlık ve ideolojik tehdit olarak algılaması nedeniyle ordusunu modernize etme isteği ve havacılık-uzay sanayisi için teknoloji transferi geliştirme isteğidir. BAE'ye yapılan ihracat bu sebeplerden dolayı toplam savunma ihracatımızın %12'sini oluşturmaktadır. Türkmenistan ise Rusya'ya yönelik bağımlılığını azaltmak ve komşusu Afganistan'dan gelen göç dalgasını engelleme hedefleriyle Türk savunma sanayi ürünlerine yüksek talepte bulunmaktadır. Toplam savunma ihracatında Türkmenistan'ın payı da %12 olmuştur. Pakistan, Hindistan ile olan rekabetinde ordu envanterini güçlendirme isteği duymaktadır ve bu sebeple Türkiye, Pakistan'a yüksek tutarlarda ihracat yapmaktadır. Pakistan'a gerçekleştirilen savunma ihracatı, toplam savunma sanayi ihracatımızın %11'ini oluşturmaktadır. Suudi Arabistan'ın Yemen'deki Ensarullah Hareketi ile yıllardır çatışma yaşaması nedeniyle arazi gözleme ve nokta saldırı konularında Türkiye İHA/SİHA ürünlerinin en büyük ithalatçılarından birisidir. Suudi Arabistan'a yönelik ihracatımız, toplam ihracatın %8,4'ü olmuştur. Katar ise 2017-2020 yıllarında komşu körfez ülkeleri ve Arap devletleri ile yaşadığı diplomatik kriz sonucunda silahlanmaya yönelik strateji izleyerek Türkiye ile olan ilişkilerini geliştirmeye başlamıştır ve bu durum da Türkiye'nin Katar'a yönelik yüksek miktarlarda savunma ihracatı gerçekleştirmesini sağlamıştır. Katar'a gerçekleştirilen savunma ihracatımız, toplam ihracatın %8'ini oluşturmaktadır. Malezya da Türk Savunma Sanayi şirketlerinin en çok ihracat gerçekleştirdiği önemli ülkelerden birisidir. Malezya'ya gerçekleştirilen ihracat, toplam ihracatımızın %6,3'ünü oluşturmaktadır. Körfez Ülkeleri, Asya Ülkeleri, Kafkas Ülkeleri ve Ukrayna olduğu görülmektedir. İhracat gerçekleştirilen ülkeler Ukrayna ve Pakistan gibi çatışma sahası içerisinde bulunan, Körfez Ülkeleri gibi İran'ı tehdit olarak algılayan ülkelerdir.

İSRAİL SAVUNMA SANAYİSİNİN GELİŞİMİ

İsrail Savunma Sanayisinin ilk temelleri 1920'li yıllarda bölgede kurulan Yahudi yerleşimlerin korunması amacıyla siyonistler tarafından kurulan Haganah örgütü ile birlikte atılmıştır. İbranice'de "savunma" anlamına gelen Haganah, Filistin'de yaşayan Yahudileri bölge halkı ve İngiliz Manda Kuvvetlerinin olası faaliyetlerine yönelik savunmak amacıyla kurulmuştur. Haganah, milis yapılanmasının savunma ihtiyaçlarını karşılamak için bölgede silah üretim faaliyetleri yürütmüştür ve bu durum, İsrail Savunma Sanayisinin temelini oluşturan ilk adım

olmuştur. Haganah'ın silah üretim faaliyetleri ile birlikte Haganah 1930'lu yılların sonlarına doğru askeri güç olacak seviyede kurumsallaşmaya başlamıştır (Sağlam, 2023: 1669).

İkinci Dünya Savaşı ile birlikte milyonlarca Yahudi, Avrupa'da Nazi Almanyası tarafından soykırıma uğramıştır ve bu durum savaşın bitişi ile birlikte Filistin'e olan Yahudi göçünün önemli derecede artmasına neden olmuştur. Yaşanan soykırım, Yahudilerin tarihinde önemli bir dönüm noktası olmuştur ve nesiller boyu aktarılan travma, "Never Again" (Bir Daha Asla) sözünü Yahudiler için milli bir doktrin haline getirmiştir. Soykırım, Yahudiler tarafından silahlanmanın tarihsel bir gereklilik olduğu şeklinde algılanmış ve bu süreçte İsrail kurulduğu 1948 yılına kadar silahlanmaya başlamıştır.

İsrail Devleti yaşanan olaylar neticesinde 14 Mayıs 1948 tarihinde kurulmuştur ancak bağımsızlık ilanından sonraki gün Mısır, Suriye, Ürdün ve Lübnan İsrail'e savaş ilan etmiştir ve İsrail bu ülkelerle savaşmıştır. Savaş sonucunda Arap devletleri yenilmiştir ve İsrail topraklarını genişletmiştir (Yalçın, 2021: 64). İsrail'in savaşı kazanmasına etkili olan en önemli unsur, İsrail'in Avrupa ülkelerinden gerçekleştirdiği savunma sanayi ithalatıydı. BM Ambargosu döneminde gerçekleştirilen ithalat sayesinde İsrail, savaştığı ülkelere göre önemli askeri teknolojik üstünlük kazanmıştır ve bu durum, Arap ülkelerinin savaşta yenilmesine neden olmuştur (Sultanzada, 2021: 61).

Savaşın ardından İsrail, yerli savunma sanayisinin kurulmasına öncelik vermiştir. İsrail'in ilk başbakanı David Ben Gurion, İsrail'in savunma sanayisinin kurulması için altyapının oluşturulmasında belirleyici rol oynamıştır. 1949 yılında İsrail Meclisi Knesset'te konuşma yapan David Ben Gurion, dışa bağımlılığın azaltılması için savunma sanayi ürünlerinin üretilmesinin önceliklendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Böylelikle David Ben Gurion'un girişimleriyle İsrail'in savunma sanayi alanında tam bağımsızlığını tesis etmek amacıyla 1933 yılında kurulan İsrail Askeri Endüstrisi'nin faaliyetlerinin geliştirilmesi, kuruluş altında Rafael savunma sanayi şirketinin kurulması ile bu kuruluşun hafif silah ile mühimmat üretimi alanında desteklenmesi, İsrail Savunma Kuvvetleri (IDF) ve İsrail Savunma Bakanlığı bünyesinde bulunan Ar-Ge birimlerinin düzenlenmesi, ülkede bir uçak bakımı tesisi kurulması (tesis Bedek Aviation Company ismiyle kurulmuş olup günümüzdeki IAI-Israel Aerospace Industries ismiyle faaliyet yürüten İsrail devlet şirketinin ilk yapılanmasıdır) ve Tadiran'ın (İsrail Elektronik Sanayi) kurulmasının onaylanması gibi savunma sanayi alanında önemli faaliyetler yürürlüğe konulmuştur (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1991: 93-94).

İsrail'in bu dönemdeki savunma sanayi atılımlarının başarısı 1958 Süveyş Krizi devamındaki 1967 Altı Gün Savaşı ve 1973 Yom Kippur Savaşı dönemlerinde görülmüştür. Arap ülkeleri Sovyetler Birliği ve Çin gibi ülkelerden yüksek miktarda silah tedarik etse de İsrail'in silah tedarikçilerinin İsrail'e sağladığı silahlar, teknolojik üstünlük konusunda İsrail'e oldukça önemli avantaj sağlamıştır.

1958 yılında İsrail ve Mısır arasında yaşanan Süveyş Krizi'nde dönemin Mısır lideri Cemal Abdülnasır'ın Fransa'nın Cezayir'de işlediği insanlık suçlarını gündemde tutması, ve Cezayir'de Fransa ile savaşan isyancılara maddi ve manevi destekte bulunması, Fransa'nın savaşta İsrail'i desteklemesine neden olmuştur (Özen & Yeşilyurt, 2018: 116).

Bu destek neticesinde Fransa, İsrail'e 1958 yılında Vautour bombardıman uçakları satmıştır. Ayrıca İsrail'in Super Mystre uçak satIn alım teklifi, Fransa tarafından kabul edilmiştir. 1959 yılında ise iki ülke arasında kısa menzilli roket geliştirilmesi için savunma işbirliği anlaşması imzalandı. 1962 yılında ise İsrail Fransa'dan dönemin en gelişmiş uçaklarından birisi olan Mirage savaş uçaklarını tedarik etmiştir. Fransa bu dönemde İsrail'de nükleer silah yapımında kullanılabilecek nükleer tesis ve plütonyum çıkarma tesisi gibi yatırımlar konusunda İsrail ile işbirliği gerçekleştirmiştir. Ayrıca İsrail'e bu dönemde Fransa tarafından önemli miktarlarda

silah yardımı yapılmıştır. Bu durum, iki ülke arasındaki ilişkilerin gelişmesinin İsrail'in savunma sanayisine yönelik olumlu yansıdığını göstermektedir (Heimann, 2010: 242-243).

1967 yılında İsrail ve Arap ülkeleri arasında yapılan Altı Gün Savaşı nedeniyle Fransa İsrail'e silah ambargosu uygulamaya başlamıştır (Musaoğlu, 2008: 485). Ambargo kararı, İsrail savunma sanayisi açısından önemli sorunlara yol açmıştır. Ancak Fransa'nın uyguladığı silah ambargosu, İsrail için savunma sanayisinin millileşmesi gerektiği düşüncesini doğurmuştur.

Bu dönemde Fransa ambargosu'nun İsrail savunma sanayisi için oluşturduğu sorunlar, ABD ile stratejik ortaklık kurularak aşılmaya çalışılmıştır. ABD bu dönemde İsrail'in en büyük silah tedarikçisi olan ülkesi konumuna gelmiştir ve İsrail'e ilk etapta 1980 yılına kadar olan süreçte Skyhawk, F-14 Phantom, F-15 ve F-16 savaş uçakları gibi dönemin en ileri teknolojisine sahip savunma sanayi ürünleri tedarik etmiştir. Bu sayede İsrail, savunma sanayisi için Ar-Ge imkanı, caydırıcılık kapasitesinin artması, yeni savunma sanayi ürünleri için referans ürünler elde etmek gibi bir takım kazanımlar elde etmiştir (Halperin'den Aktaran Vekstein & Mehrez, 1997: 49).

Altı Gün Savaşı sonrası dönemde İsrail Savunma Sanayisi önemli derecede büyüme kaydetmiştir. Bunun en büyük sebepleri: Fransa silah ambargosu nedeniyle savunma sanayi ürünlerinde dışa bağımlılığın azaltılması fikrinin doğması, 1973 yılında yaşanan Yom Kippur Savaşı nedeniyle ülkenin iç talebinde yaşanan artış, İsrail'in BM ve Fransız ambargosu nedeniyle yurtdışı silah tedariğinde sorun yaşamasının ülke güvenliğini tehlikeye attığı düşüncesidir. Bu sebeple 1970'lerde İsrail savunma sanayisi, Lavi isimli savaş uçağı, Merkava muharebe tankı, İHAlar, füzeler, istihbari ve askeri iletişim sistemleri, hava savunma sistemleri ve iletişim ile istihbari amaçla kullanılan uzay araçları geliştirmiştir. 1980'li yıllarda dünyada Soğuk Savaş'ın sona ermesi ve 1979 Camp David süreci ile İsrail ve Arap ülkeleri arasında gerginliğin azaldığı süreçle birlikte savunma sanayi büyümesinde yavaşlama görülmüştür ancak 1990'lı yıllarda Ortadoğu'da I. Körfez Savaşı ile başlayan gerginlik dönemi ile İsrail savunma sanayisinde büyüme görülmüştür (Tishler, 2005: 13-14).

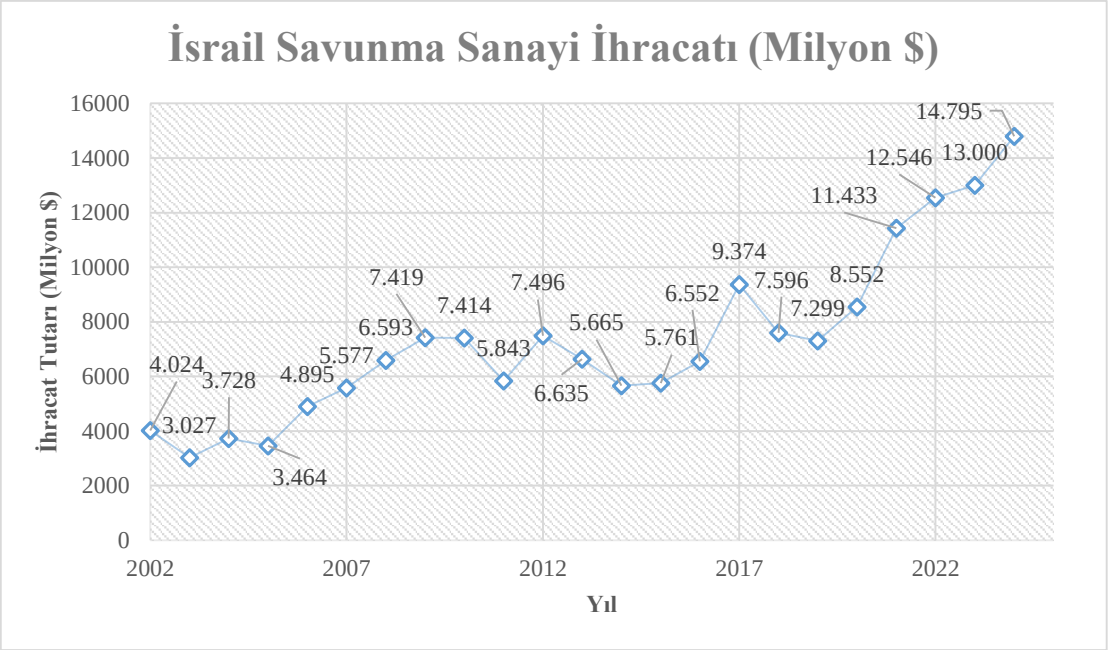
İsrail savunma sanayisinin havacılık alanında ön plana çıktığı dönem de 1990'lı ve 2010'lu yıllar arasındaki dönemdir. 1991 Körfez Savaşı sırasında dönemin Irak lideri Saddam Hüseyin'in İsrail'e SCUD füzeleri ile saldırması, İsrail'in tarihinde uğradığı ilk kapsamlı füze saldırısıdır. İsrail kentlerinin SCUD füzeleri ile vurulması, İsrail Savunma Sanayisinin havacılık alanını önceliklendirmesine ve bu sayede Arrow, David's Sling gibi hava savunma sistemlerini geliştirmesini sağlamıştır (Frantzman, 2025).

I.Körfez Savaşından sonraki dönemde Gazze Şeridinde başlayan İntifada hareketleri, 2006 Lübnan Savaşı ile güneyde ve kuzeyde çeşitli kısa menzilli füze saldırılarına uğrayan İsrail, 2000'li yılların sonuna doğru Demir Kubbe sistemini geliştirmeye başlamıştır (Şengül, 2019: 28-29).

Ayrıca bu dönemde Lübnan'da ve Gazze Şeridi'nde İsrail'in Hizbullah ve HAMAS faaliyetlerini izlemek için elektronik iletişim sistemleri ve İHAlar da geliştirmiştir. İsrail bu dönemde 4,62 milyar $ İHA ihracatıyla dünyanın en çok İHA ihraç eden ülkesi olmuştur. Ayrıca İHA ihracatı, ilgili yıllarda İsrail savunma sanayi ihracatının %10'unu oluşturmuştur (Antebi, 2018: 75-76).

İsrail'in Yıllara Göre Savunma Sanayi İhracatı

İsrail savunma sanayisinin yapısının iyi anlaşılması için öncelikle İsrail savunma sanayi ihracatı rakamlarının yıllara göre incelenmesi gerekmektedir. Bu sayede İsrail savunma sanayisinin konjonktürel durumlardan etkilenme seviyesi, savunma sanayi yapısındaki yüksek teknoloji kullanımı oranı gibi durumlar daha açıklayıcı şekilde ele alınabilecektir. Bu nedenle Şekil.3'te İsrail Savunma Sanayi İhracatı tutarları yıllara göre verilmiştir.



Şekil.3 İsrail Savunma Sanayi İhracatı (Milyon $) (Embassy of Israel – Kathmandu & The Times of Israel, (2025)).

Şekil.3, İsrail'in 2002-2024 yılları arasındaki savunma sanayi ihracatı rakamlarını göstermektedir. 2002 yılında 4,024 milyar $ olan savunma ihracatı, 2003 yılında 3,027 milyar $ seviyesine gerilemiştir ve bu dönemde savunma sanayi ihracatında %24,8 oranında düşüş yaşanmıştır. Filistin'de 2000 yılında başlayan İkinci İntifada hareketi nedeniyle savunma sanayi ürünlerinin İsrail Savunma Kuvvetleri yararına kullanılması, bu dönemde yaşanan düşüşün en büyük sebebi olarak görülebilir.

2000'li yılların başında İsrail savunma sanayi ihracatının düşmesine neden olan başlıca nedenlerden birisi de İsrail'in savunma ihracatlarına olan ABD müdahalesiydi. İsrail bu dönemde Çin'e gelişmiş bir keşif uçağı satışı gerçekleştirmek üzereydi ancak ABD tarafından askeri yardımın kesilmesi ve iki ülke arasındaki stratejik iş birliğinin zayıflatılması gibi tehditler nedeniyle satışı iptal etmek zorunda kalmıştı. ABD'nin İsrail'in ticari ilişkilerine müdahil olması, İsrail'in 2000'li yılların başındaki savunma sanayi ihracatı performansını düşürmüştür denilebilir (Sadeh, 2001).

2005 yılına kadar artış ve azalış olsa da 2005 yılı, İsrail savunma sanayi ihracatı için önemli bir yıl olmuştur. 2005 yılında İsrail'in Gazze'den çekilmesi ile savunma sanayi firmaları, iç talepten dış talebe odaklanmaya başlamıştır ve bu durum, İsrail savunma sanayi ihracatı için olumlu nitelikte bir gelişme olarak görülebilir.

2006 yılında başlayan Lübnan Savaşı ile İsrail, savunma sanayisinin önde gelen ürünleri olan Heron İHAları ve Merkava tankları gibi savunma sanayisinde başlıca öne çıkan ürünleri kullanarak Lübnan topraklarında çeşitli operasyonlar gerçekleştirmiştir. Savaşta İsrail'in savunma sanayisi ürünlerini aktif olarak kullanması, yurtdışı pazarlarda bu ürünlere olan küresel talebin artışına neden olmuştur ve bu sebepten dolayı İsrail savunma sanayi ihracatı 2009 yılına kadar 7,419 milyar $ seviyesine ulaşmıştır. Bu yıllar arasında savunma sanayi ihracatı %51,58 oranında artmıştır.

2009-2014 yılları arasında savunma sanayi ihracatında dönemsel olarak artış ve azalışlar görülmektedir. 2014 yılında İsrail'in Gazze Şeridi'ne başlattığı Koruyucu Hat Operasyonu ile savunma sanayi ürünlerini sahada aktif şekilde kullanması ve dünya savunma sanayi pazarının bu ürünlere talep göstermesi, bu dönemde gerçekleştirilen ihracatın artışının en büyük sebebi

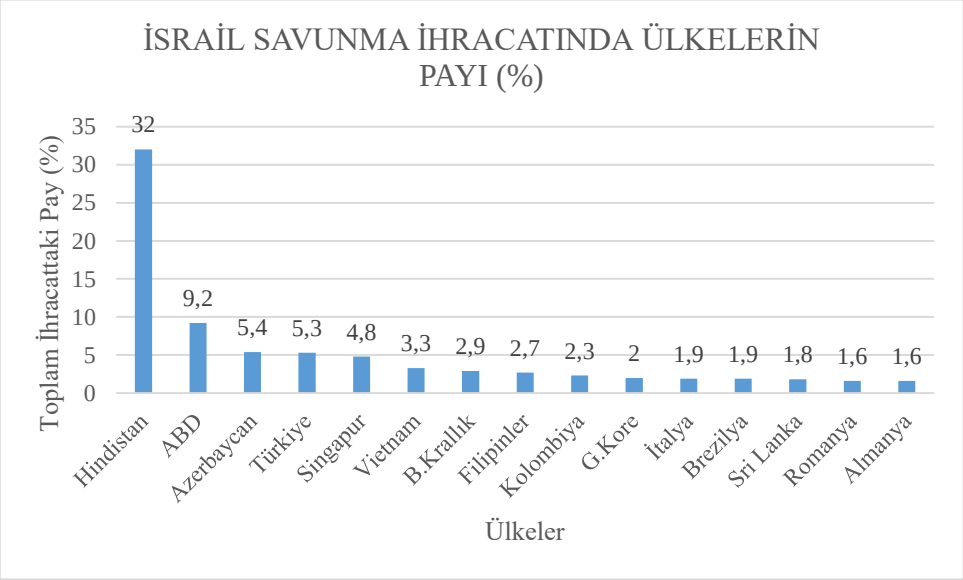
olarak açıklanabilir. İsrail'in savunma sanayi ihracatı artışlarının Gazze Şeridi'nde ve Lübnan'da gerçekleştirilen saldırılara paralel bir dönemde yaşanması, bir bakıma İsrail'in sivil katliamlarını kendi savunma sanayisi ürünlerinin pazarlanması amacıyla kullanıldığı açık bir şekilde görülebilir. 2014 yılında 5,665 milyar $ olan savunma sanayi ihracatı, 2017 yılında 9,374 milyar $ seviyesine çıkmıştır ve böylelikle 4 yıllık dönemde savunma sanayi ihracatında %65,47 oranında artış yaşanmıştır.

2019 yılı, İsrail savunma sanayi ihracatı için yeni bir dönüm noktası olmuştur. 2019'da 7,299 milyar $ olan savunma sanayi ihracatı, 2021 yılında 11,433 milyar $ seviyesine yükselmiştir. 2020 yılında İsrail'in BAE ve Bahreyn ile gerçekleştirdiği İbrahim Anlaşmaları neticesinde İsrail, iki ülke ile askeri iş birliği anlaşmaları imzalamıştır. Gerçekleştirilen anlaşmalar, BAE ve Bahreyn'in İsrail'i diplomatik yollardan tanıması ise İsrail'in bölgede ekonomik ve askeri anlamda güç kazanmasına neden olmuştur. İsrail savunma sanayisi bu dönemde her iki ülkeye de askeri iş birliği anlaşmaları çerçevesinde savunma ihracatı yapmıştır ve İsrail tarihinde ilk defa savunma ihracatı rakamlarında 10 milyar $ seviyesini aşmıştır (Başak, 2023: 12).

2021 ve 2024 yılları arasında ise gerçekleştirilen savunma sanayi ihracatı sırasıyla 11,433 milyar $, 12,546 milyar $, 13 milyar $ ve 14,795 milyar $ olmuştur. İsrail'in 2002-2024 yılları arasında ihracat rakamlarının kümülatif anlamda pozitif olduğu ve 2002-2024 yılları arasında toplam ihracatın %267,68 oranında olumlu yönde arttığı görülmektedir.

İsrail Savunma Sanayi İhracatında Ülkelerin Payı

İsrail' in ihracat rakamlarının analizi, ihracatın gerçekleştirildiği ülkelerin analiziyle birlikte İsrail savunma sanayisi yapısının açıklanması için daha güçlü bir yaklaşım oluşturacaktır. Bu nedenle Şekil.4'te İsrail Savunma Sanayi ihracatında ülkelerin payı ayrıntılı olarak incelenmiştir.



Şekil.4 (İsrail Savunma Sanayi İhracatında Ülkelerin Yüzdesel Payı). (SIPRI, Arms Transfer Database, 2025).

Şekil.4'te İsrail'in 2000-2024 yılları arasındaki savunma ihracatında en yüksek yer tutan ülkelerin yüzdesel payı verilmiştir. Şekilde %32'lik oranla Hindistan birinci sıradadır. İsrail ve Hindistan arasında Soğuk Savaş döneminin sona ermesinden itibaren savunma sanayisi alanında önemli iş birlikleri kurulmuştur (Winston, 2025). Ayrıca 2015-2019 yılları arasında İsrail'den yapılan tüm savunma sanayi ihracatının %42'si Hindistan'a gerçekleştirilmiştir ve Hindistan'a olan silah teslimatları 2015-2019 yılları arasında %175 artmıştır. Ayrıca

Hindistan'ın Keşmir bölgesinde Müslüman halkı sindirmeye çalışması ve İsrail'in Filistinlilere yönelik katliamı, iki ülkenin savunma anlamındaki iş birliğinin en temelde İslamofobi üzerinde şekillendiği bilinmektedir (Patel, 2022).

Toplam ihracatın %9,2'si ABD'ye gerçekleştirilmiştir. ABD'nin Altı Gün Savaşlarından itibaren İsrail'in en büyük stratejik ortağı durumuna gelmesi, iki ülke arasındaki savunma sanayi iş birliğine de etki etmiştir. ABD'nin İsrail'e teknolojik ve askeri anlamda olan yardımları ile İsrail, dünyanın en büyük savunma sanayi ihracatçılarından birisi konumuna gelmiştir (U.S. Bureau of Political-Military Affairs, 2025). Bu nedenle ABD, İsrail toplam savunma sanayisi ihracatında ikinci sıradadır.

En çok ihracat payına sahip üçüncü ülke Azerbaycan'dır. İsrail açısından Azerbaycan, İran'a komşu bir ülke olması ve doğal kaynaklarının zenginliği nedeniyle potansiyel stratejik ortak olarak görülmektedir. Azerbaycan da İsrail'i 2020 yılında yaşanan II. Karabağ Savaşı'na kadar olan süreçte İsrail'i Dağlık Karabağ bölgesinin işgalden kurtarılması için askeri-politik destek alınacak ve İsrail'in kendilerine olan çıkar temelli ilgisi nedeniyle için ucuz silah tedarik edilecek ülke olarak görmektedir. Bu sebeple Azerbaycan İsrail'den birçok dönem silah ithal etmiştir ve Azerbaycan, İsrail savunma sanayisi şirketleri için önemli bir Pazar durumuna gelmiştir. Bu durum da Azerbaycan'ı İsrail'in toplam savunma sanayisi ihracatında %5,4 payı olan bir ülke durumuna getirmiştir (Soylu, 2024: 30-32).

Dördüncü ülke ise Türkiye'dir. 2000'li yılların başından itibaren terör örgütü PKK ile mücadele konusunda Türkiye en etkili çözümlere ulaşmak için İsrail'den çok sayıda İHA/SİHA tedarik etmiştir. Bu durum Türkiye'yi İsrail'in savunma sanayi toplam ihracatında %5,3'lük orana sahip olan ülke konumuna getirmiştir. Ancak Heron tipi İHAlarda yaşanan arıza ve bozulma gibi durumlar, İsrail'in Gazze'deki insanlık dışı saldırıları, Mavi Marmara olayı nedeniyle İsrail'le savunma sanayi anlamında gerçekleştirilen birçok proje iptal edilmiş ve ithalat düşmüştür (Çetinkaya & Koç, 2023: 6).

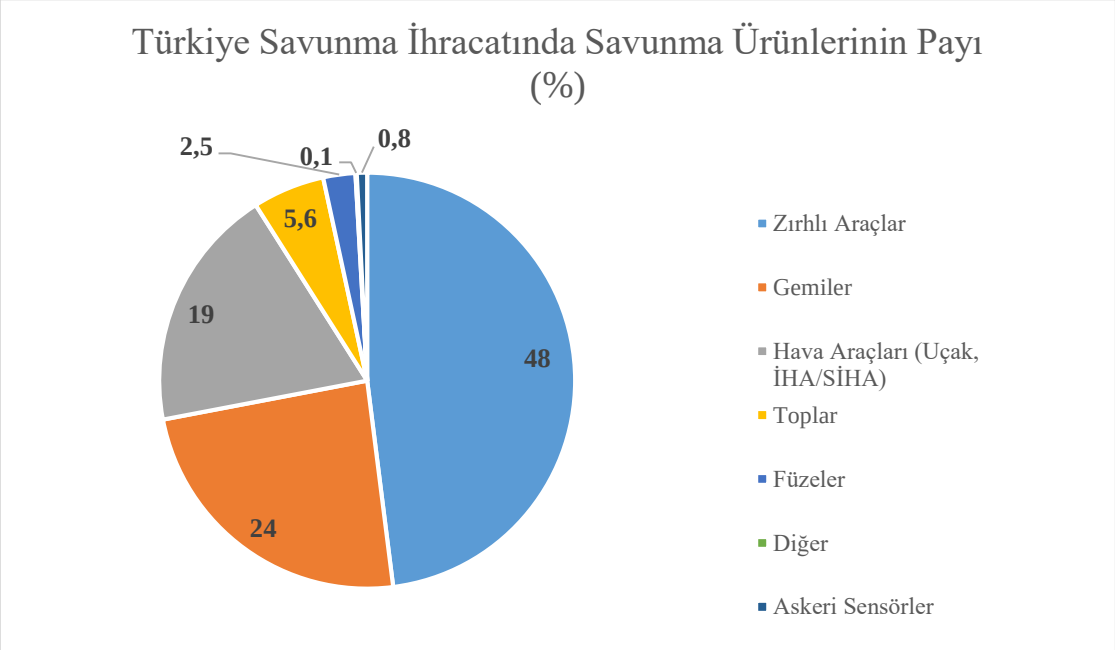
Beşinci ülke Singapur'dur. Singapur ve İsrail arasında geçmişe dayanan askeri işbirliğinden bahsetmek mümkündür. Savunma sanayi ürünlerinde Ar-Ge faaliyetlerinin arttırılması için Singapur ve İsrail'in birlikte ortak olduğu CSF Ventures Pte LtdA, Proteus Advanced Systems Pte isimli şirketler kurulmuştur. Ayrıca İsrailli Rafael Advanced Defense Systems, Alman Dynamit Nobel Defence şirketleriyle Singapur Silahlı Kuvvetleri işbirliğiyle Matador füzeleri başta olmak üzere birçok savunma sanayi ürünü geliştirilmiştir (DIMSE, 2025). Singapur'un toplam ihracat içindeki payı ise %4,8 olmuştur.

Vietnam, Filipinler, Güney Kore, Sri Lanka gibi Asya ülkeleri, Birleşik Krallık, İtalya ve Almanya gibi Avrupa ülkeleri ve Brezilya, Kolombiya gibi Güney Amerika ülkelerine gerçekleştirilen ihracat da İsrail'in savunma sanayi ihracatında önemli yer tutmaktadır. Vietnam, Filipinler, Güney Kore ve Sri Lanka'nın İsrail savunma sanayi ürünlerine olan ilgisi, Çin'in bölgedeki artan askeri faaliyetleri ve terörle mücadele nedeniyle duyulan güvenlik endişesinden kaynaklanmaktadır. Kolombiya ve Brezilya, uyuşturucu ile mücadele kapsamında İHA, elektronik izleme sistemleri gibi savunma sanayi ürünleri tedarik etmektedir. İngiltere, İtalya, Romanya ve Almanya'daki savunma sanayi firmalarının İsrail savunma sanayi şirketleriyle olan Ar-Ge faaliyetleri ve know-how transferleri, İsrail'in bu ülkelere ihracatının en önemli sebepleri arasındadır. (DIMSE, 2025).

Bu dönemde Vietnam, Filipinler, Güney Kore ve Sri Lanka'ya gerçekleştirilen savunma sanayi ihracatı, toplam İsrail savunma sanayi ihracatının %9,8'ine, Kolombiya ve Brezilya'ya gerçekleştirilen ihracat %4,2'sine, Birleşik Krallık, İtalya, Romanya ve Almanya'ya gerçekleştirilen ihracat %8'ine karşılık gelmektedir.

TÜRKİYE SAVUNMA SANAYİ ÜRÜNLERİNİN TOPLAM SAVUNMA SANAYİ İHRACATINDAKİ PAYI

Türkiye'nin savunma sanayi ihracatında öne çıkan ürünlerin toplam ihracat içerisindeki payının analiz edilmesi, Türkiye savunma sanayi yapısının anlaşılması konusunda oldukça önemlidir. Bu analiz sayesinde Türk savunma sanayisinin uzmanlık alanlarının hangi ürünlerde yoğunlaştığı ve uluslararası savunma sanayi pazarında Türkiye'nin rekabet edebilme avantajı daha iyi anlaşılabilecektir. Bu sebeple Şekil.5'te Türkiye savunma ihracatında savunma sanayi ürünlerinin payı verilmiştir.



Şekil.5 Türkiye Savunma İhracatında Savunma Ürünlerinin Payı (SIPRI-Arms Transfers Database, 2025).

Şekil.5'e göre, Türkiye savunma sanayisinde 2000-2024 yılları arasında başlıca ihraç edilen ürünlerin yoğun olarak karada kullanılan ürünler olduğu görülmektedir. Toplam ihracat içinde zırhlı araçların payı %48, gemilerin payı %24, İHA-SİHA ve uçak gibi hava araçlarının payı %19, saha toplarının payı %5,6, füzelerin %2,5, askeri sensörlerin payı %0,8, ismi belirtilmemiş diğer ürün gruplarının payı ise %0,1'dir. Tank, zırhlı piyade taşıyıcı gibi kara araçlarının ihracatının yüksek olması, Türkiye'nin kara araçları üretiminde uzmanlaştığını göstermektedir. Özellikle Pakistan, Libya, Ukrayna, Suriye ve Somali gibi çatışma alanlarında Türk yapımı kara araçlarının operasyonel başarısı, Türkiye'nin bu ürünlerde ihracat başarısı yakalamasının en büyük sebepleri arasındadır.

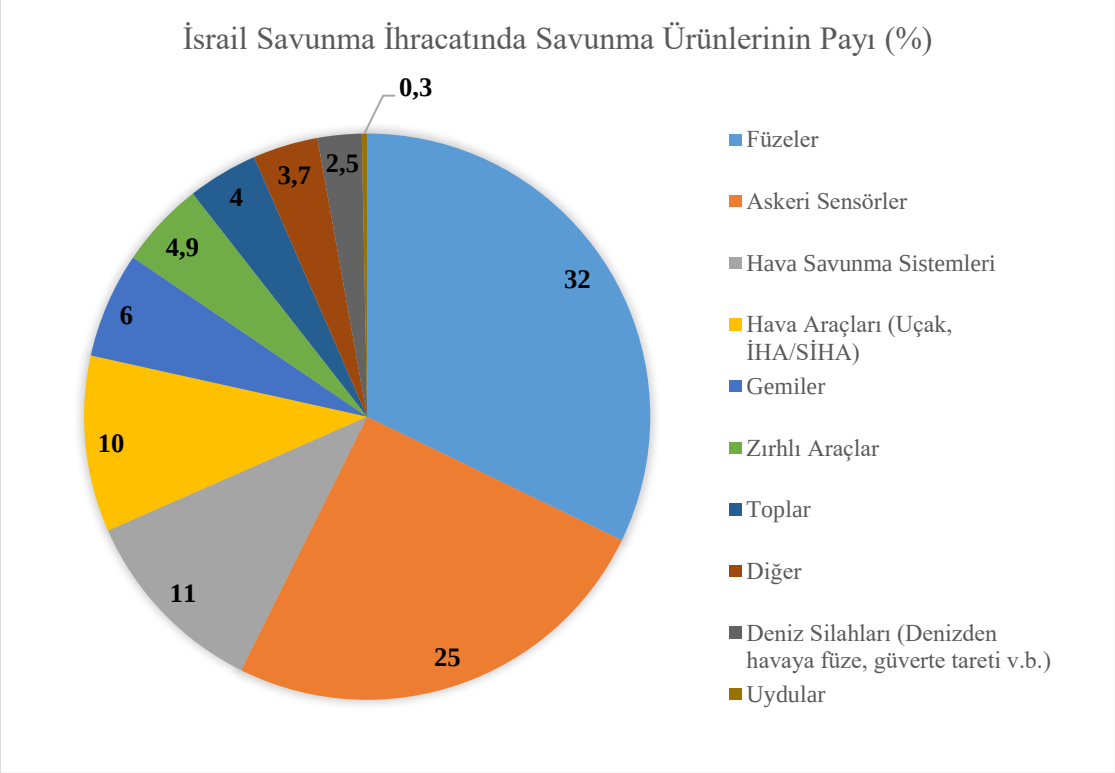
Gemi grubunda gerçekleştirilen ihracat, MİLGEM projesinin başarısının bir sonucudur. Pakistan, Ukrayna ve Malezya gibi ülkelerden gelen talepler sayesinde gemi ve deniz araçları için yüksek ihracat oranları elde edilmiştir.

Hava araçları kaleminde Türkiye son yıllarda önemli atılımlar yapmıştır. Özellikle TUSAŞ ANKA, BAYRAKTAR, AKSUNGUR ve AKINCI insansız hava araçlarıyla dünya savunma pazarında öne çıkan Türkiye; Rusya'yı tehdit olarak gören baltık ülkeleri, Polonya gibi ülkelerle Libya, Ukrayna, Pakistan gibi çatışmaların devam ettiği ülkelere önemli ihracat gerçekleştirilmiştir (Çetinkaya ve Koç, 2023: 18-20). Füze ihracatı, Türkiye'nin son yıllarda küresel savunma ürünleri pazarında öne çıktığı önemli ihracat kalemlerinden birisidir. Türkiye ilk defa 2022 yılında Khan (Bora) balistik füzesini ihraç etmiştir (BBC, 2025).

Saha topları ve askeri sensörler de Türkiye'nin savunma ihracatında öne çıkan diğer ürün grupları arasında bulunmaktadır. Saha topları zırhlı araçların ihracat sebeplerine paralel şekilde Türkiye'nin öne çıktığı ürün grupları arasındadır. Askeri sensör ihracatı, ABD'nin CAATSA yaptırımları sonrasında özellikle İHAlarda yerlilik oranının arttırılması amacıyla geliştirilen optik kameralar, yapay zeka destekli takip sensörleri kalemlerinden oluşmaktadır ve Türkiye son yıllarda bu kalemde de dikkate değer ihracat oranına sahiptir.

İSRAİL SAVUNMA SANAYİ ÜRÜNLERİNİN TOPLAM SAVUNMA SANAYİ İHRACATINDAKİ PAYI

İsrail'in savunma sanayi ürünlerinin toplam savunma sanayi ihracatındaki payının incelenmesi, İsrail'in uzmanlaştığı ürünlerin tespiti açısından, Türkiye ile rekabet gücünün anlaşılması bakımından önemlidir. Bu sebeple Şekil.6'da İsrail savunma ihracatında savunma ürünlerinin payı verilmiştir.



Şekil.6 İsrail Savunma İhracatında Savunma Ürünlerinin Payı (SIPRI-Arms Transfers Database 2025).

Şekil.6'da İsrail'in genel olarak füze ve hava savunma sistemlerinde uzmanlaştığı görülebilir. İsrail'in yüzölçümü olarak oldukça küçük bir ülke olması ve birçok devletle tarih boyunca çatışma içerisinde olması, İsrail'i özellikle hava saldırılarına açık hale getirmektedir. İsrail bu durumu önlemek için hava savunma sanayisine önem vermiştir. Bu sebeple kara-deniz-hava füzeleri üretiminde uzmanlaşan İsrail, bu kalemi en önemli ihracat kalemlerinden birisi durumuna getirmiştir (New York Times, 2025).

Askeri sensörler kalemi, İsrail'in ikinci büyük ihracat kalemidir. Özellikle Hermes, Harop ve Heron İHA-SİHAlarında kullanılan ve insansız hava araçları için kritik öneme sahip optik ve radar sensörleri, üniversite-sanayi işbirliği dahilinde geliştirilmektedir (Startup Nation Central, 2025).

Hava Savunma Sistemleri İsrail'in ihracatta öne çıktığı kalemler arasındadır. Demir Kubbe hava savunma sistemini oluşturan Arrow 2-3, David's Sling, BARAK-5 gibi hava savunma

sistemlerine, küresel savunma sanayi pazarının en büyük müşterileri olan Almanya, ABD gibi ülkelerden talep yüksektir. Bu sistemlerden en önemli hava savunma sistemlerini oluşturan Arrow-3 sistemi, İsrail ve Almanya arasındaki 3,5 milyar $ değerindeki anlaşma ile Almanya'ya satılmıştır ve bu satış anlaşması, İsrail'in tarihinde gerçekleştirdiği en büyük savunma sanayi ürünü ihracatı olmuştur (Reuters, 2024).

Hava araçları kalemi de İsrail'in uzmanlaştığı ve en çok ihraç ettiği ürün gruplarının başında gelmektedir. Özellikle İsrail menşeili İHAların Ukrayna Savaşı ve II. Karabağ Savaşı dönemlerinde gösterdiği performans, İsrail'in bu kalemdeki ihracatında büyük artışa yol açmıştır.

Gemi imalatı İsrail'in en çok ihracat gerçekleştirdiği ürünlerin başında gelmektedir. İsrail özellikle 2022 yılında 738 milyon $ değerindeki deniz aracı ve gemi ihracatı ile deniz alanında da ihracat kapasitesini arttırmaya çalışmaktadır (TradingEconomics, 2025).

Zırhlı araçlar, toplar gibi kara odaklı ürünler, deniz silahları, uydular ve ismi açıklanmayan diğer savunma sanayi ürünleri de İsrail'in ihracatında önemli diğer kalemler arasındadır. Merkava tankları, İsrail'in en önemli ihracat kalemleri arasındadır. Saha topları ise özellikle Hizbullah-İsrail çatışmalarında sahada yakaladığı önemli operasyonel başarılar sebebiyle önemli ihracat kalemlerinden birisini oluşturmaktadır. Deniz silahları, İsrail'in son yıllarda Yemen'den gelen Kamikaze İHA saldırılarını önlemek konusunda son yıllarda önemli performans sergilemiştir. Uydu ve uydu haberleşme araçları, özellikle istihbari anlamda birçok ülke tarafından tercih edilmektedir.

TÜRKİYE SAVUNMA SANAYİSİNİN KARŞILAŞTIĞI FIRSATLAR VE ZORLUKLAR

Türkiye savunma sanayisi, son yirmi yıl içerisinde büyük bir dönüşüm geçirmiş ve önemli miktarda silah ithal eden konumdan, dünyanın en büyük silah ihracatçısı ülkelerinden birisi durumuna gelmiştir. Bu süreçte, Türk savunma sanayisi için birçok zorluk ve fırsat dönemleri görülmüştür. En büyük zorluk Türk Lirasının Amerikan Doları karşısındaki dönemsel olarak yaşadığı değer kayıplarıdır. Bu durum, Türk savunma sanayisinin üretim maliyetlerini önemli derecede arttırdığından dolayı İhracat rakamlarının beklenen yükselişe ulaşamamasına neden olmaktadır.

Türk savunma sanayisi şirketlerinin pazarlama konusunda ürünlerin satışında satış fiyatlarının karlılığı arttıracak seviyelere yükseltilememesi, kalite sorunları, stok sorunları, gibi durumlar önemli zorluklar olarak öne çıkmaktadır. Aynı zamanda ürünlerin üretiminde kullanılan hammaddelerin tedariğinde kalite, fiyat, lojistik, vergilendirme, ithalatta yaşanan sorunlar da önemli zorluklar olarak öne çıkmaktadır. Savunma sanayi ihracatı anlamında da istihdam eksiklikleri, ihracat amaçlı üretim için hammadde temini, ihracat vergileri, taşımacılık gibi öne çıkan zorlujlar bulunmaktadır (Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı, 2012: 105-112).

Yurtdışı işbirliklerinde satın alım süreçleri sırasında yaşanan bürokrasi ve kırtasiyecilik, sektördeki rekabet zayıflığı ve tedarikçi sayısının sınırlı olması, maliyet yükseklikleri, projede yaşanan gecikmeler gibi durumlar, savunma sanayisinin karşılaştığı önemli zorluklardan bir diğeridir (OTÜSEM, 2025).

Karşılaşılan en önemli fırsatlar ise Türkiye'nin savunma sanayi ürünlerinin sahada gösterdiği aktif başarı ve Savunma Sanayi Başkanlığı bünyesinde şirketlere sunulan imkanlardır. Ar-Ge teşvikleri, İhracat kredileri ile savunma sanayisi desteklenmektedir ve bu sayede Türk savunma sanayi şirketleri hedef pazarlarda katma değeri yüksek ürünleri oldukça rekabetçi fiyatlara pazarlama imkanı bularak pazardaki rakiplerine göre öne çıkmaktadır.

SONUÇ

Türkiye ve İsrail savunma sanayilerinin temelleri 1920'li yıllarda atılmaya başlanmıştır. Türkiye, Osmanlı İmparatorluğu döneminde yaşanan Balkan Savaşları ve I. Dünya Savaşının kaybedilmesinin en büyük sebepleri arasında savunma sanayisinde dışa bağımlığın yüksek olması ve bu endüstrinin erken dönemlerde kurulmaması olduğunu görerek bir daha böyle bir durumla karşılaşmamak için savunma sanayisini kurumsallaştırmaya başlamıştır. İsrail için ise Savunma sanayisinin kurulmasının en temel sebebi Nazi Almanyasının Yahudilere yönelik gerçekleştirdiği soykırımın İsrail üzerinde bıraktığı travmadır. Her iki ülke de bu doğrultuda savunma sanayilerini güçlendirmeye başlayarak kısa zamanda oldukça önemli mesafe katetmişlerdir. Türkiye, cumhuriyetin ilanından sonra çok kısa bir süre içerisinde uçak üreten bir ülke durumuna gelmiştir ancak Türkiye'nin SSCB işgali tehlikesi, kısa süre içerisinde Türkiye'yi savunma anlamında dışa bağımlı duruma getirerek savunma sanayisinin oluşum sürecini 1974 ABD ambargosu dönemine kadar yavaşlatmıştır. İsrail de Altı Gün Savaşı'na kadar olan süreçte Türkiye gibi savunma sanayi atılımları gerçekleştirmiştir ancak savaş döneminde en büyük silah tedarikçisi olan Fransa'nın ambargosuna uğradıktan sonra İsrail, savunma sanayisinin geliştirilmesini ulusal hedef anlamında birinci sıraya koymuştur. Günümüzde gelinen noktada ise iki ülke de dünyanın en büyük silah ihracatçıları konumundadır. Türkiye'nin savunma sanayi ihracatında başlıca ülkeler BAE, Türkmenistan, Pakistan, Suudi Arabistan, Katar ve Ukrayna gibi coğrafi olarak Türkiye'ye yakın ve çoğunlukla müslüman ülkeler iken, İsrail'in savunma sanayi ihracatında başlıca ülkeler Hindistan, ABD, Azerbaycan, Türkiye, Singapur ve Vietnam'dır. İsrail'in savunma sanayi ihracatı daha geniş bir coğrafyada karşılık bulmaktadır. Güncel veriler olarak Türkiye ihracatta 2024 yılında 7,154 milyar $ değerinde İhracat gerçekleştirmiştir. İsrail'in 2024 yılı savunma sanayi ihracatı ise 14,795 milyar $ olmuştur. Türkiye ihracatta kara ve deniz araçları ve İHA-SİHA ihracatında öne çıkarken İsrail ise hava savunma sistemleri, askeri sensörler ve İHA-SİHA ihracatında öne çıkmaktadır. İsrail'in uzun bir zaman dilimi boyunca hava saldırıları ile mücadele etmesi ve Türkiye'nin Ege-Kıbrıs sorunu ve terörle mücadele dönemleri, İsrail'in daha çok hava, Türkiye'nin ise kara deniz ve hava ürünlerinde daha çok uzmanlaşmasına yol açmıştır. Türkiye savunma sanayisi ise çeşitli fırsat ve zorluklarla karşılaşmaktadır. Türk menşeili savunma sanayi ürünlerinin sahada aktif başarısı ve Savunma Sanayi Başkanlığı desteği Türkiye savunma sanayisinin en önemli handikaplarındandır. Ancak pazardaki tedarikçi sayısının sınırlı olması, bürokratik süreçler, hammadde ithalatında yaşanan sorunlar ve ürünlerin karlılığının beklenenden düşük olması Türk savunma sanayisi karşısına çıkan en önemli zorluklardandır. Türkiye üniversite-sanayi işbirliğini arttırarak savunma sanayi ürünlerindeki yerli üretim oranını yükseltmelidir. Türkiye'nin savunma ürünü ihraç ettiği ülkelerle karşılıklı Ar-Ge yatırımlarının gerçekleşmesi ve müşteri olan ülkelerle ortak araştırma enstitüleri ve savunma sanayisini finanse edecek kuruluşların kurulması, Türkiye'nin İsrail ve dünyadaki rakipleriyle rekabet edebilme avantajını önemli derecede arttıracaktır. Türkiye'nin ihracat gerçekleştirdiği ülkeler çoğunlukla müslüman körfez ülkeleri ve asya ülkeleridir. Ancak Rus tehdidi ile silahlanmaya başlayan çoğu Avrupa ülkesi, uyuşturucu kartelleri ile mücadele eden Orta ve Güney Amerika ülkeleri, Çin'in yayılmacılık stratejisini tehdit olarak algılayan Güneydoğu Asya üllkeleri, çeşitli güvenlik sorunları yaşayan Afrika ülkeleri de oldukça yüksek derecede savunma sanayi ihracatı potansiyeli taşımaktadır. Türk savunma sanayi şirketleri belirtilen ülkelerin ilgili savunma sanayi firmaları ve resmi kuruluşları ile daha etkin etkileşim içerisinde olmali ve savunma sanayi firmalarımıza sağlanan destekler yönlendirici ve finansal açıdan daha cazip hale getirilmelidir.

KAYNAKÇA

Antebi, L. (2018). Global Changes in the Proliferation of Armed UAVs: Risks, Challenges, and Opportunities Facing Israel: 73-90. http://inss.org.il/publication/global-changes-proliferation-armed-uavs-risks-challenges-opportunities-facing-israel/ (Erişim Tarihi: 02/07/2025).

Baran, T. (2018). TÜRKİYE'DE SAVUNMA SANAYİ SEKTÖRÜNÜN İNCELENMESİ VE SAVUNMA HARCAMALARININ EKONOMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. Uluslararası İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 4(2), 58-81.

Başak, K. (2023). İBRAHİM ANLAŞMALARI'NIN ORTADOĞU BÖLGESEL BARIŞINA ETKİLERİ. Orta Doğu Ve Orta Asya-Kafkaslar Araştırma Ve Uygulama Merkezi Dergisi, 3(2), 1-17.

Başar, S., & Künü, S. (2012). SAVUNMA HARCAMALARININ İKTİSADİ BÜYÜMEYE ETKİSİ. Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi, 1(10), 1-30.

Bayraktar, S. (2019). Savunma Sanayi ve Savunma Harcamalarının Makroekonomik Etkileri: Türkiye Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkiye.

BBC News Türkçe, (2020). Dağlık Karabağ: İHA ve SİHA'ların rolü ne oldu, Azerbaycan'a nasıl avantaj sağladı? https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-54917938 (Erişim Tarihi: 30/06/2025).

BBC News Türkçe, (2025). Türkiye Silah İhracatında Nasıl Güçlendi? https://www.bbc.com/turkce/articles/cy8nv87klpko (Erişim Tarihi: 04/07/2025).

Bingöl, O., and A. B. Varlık. "Türk Savunma Sanayinin Geleceği Sürdürülebilir ve Güçlü İhracat İçin Strateji Raporu-1." *TASAM, Stratejik Rapor* 71 (2015): 1-94.

Çankaya Bayraklı, Z. (2024). Türkiye'nin savunma ve havacılık sanayii ve ihracatının analizi (2002–2023). Mevzu – Sosyal Bilimler Dergisi, 11, 205–240. https://doi.org/10.56720/mevzu.1398294

DIMSE – The Database of Israeli Military and Security Export, (2025). https://dimse.info/# (Erişim Tarihi: 03/07/2025).

Dilek, M. S., & Oğuz, Ş. (2021). Trump Yönetiminin CAATSA Hamlesi (14 Aralık 2020) Ne Anlama Geliyor?. Uluslararası Kriz Ve Siyaset Araştırmaları Dergisi, 5(1), 185-218.

Dokuzuncu Kalkınma Planı-TBMM Kararı. (2006). T.C. Resmi Gazete, 26215, 01 Temmuz 2006 Mükerrer Sayısı.

Dr. Kasapoğlu, C. (2021). Akıncı ve Aksungur testleri: Türk SİHA yetenekleri yeni bir aşamaya geçiyor. https://www.aa.com.tr/tr/analiz/akinci-ve-aksungur-testleri-turk-siha-yetenekleri-yeni-bir-asamaya-geciyor/2223020 adresinden 30/06/2025 tarihinde alınmıştır.

Embassy of Israel – Kathmandu (2025). Israel Ministry of Defense Spokesperson: Israel Sets New Record in Defense Exports: Over $14.7 Billion in 2024. https://new.embassies.gov.il/nepal/en/news/israel-ministry-defense-spokesperson-israel-sets-new-record-defense-exports-over-147-billion#:~:text=Israel%20MOD%20announces%20that%20Israel's,increase%20over%20the%20previous%20year.&text=More%20than%20half%20of%20the,deals%20were%20with%20European%20countries (Erişim Tarihi: 28/06/2025).

Erdil, B. (2021). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ile Bu Araçların Türkiye'nin Yurtdışı Operasyonlarındaki Yeri ve Önemi. Bölgesel Araştırmalar Dergisi, 5(2), 581-607.

Euronews. (2022). TİM: Bu yılın ilk çeyreğinde Ukrayna'ya yapılan savunma ihracatı 30 kat arttı. https://tr.euronews.com/2022/04/06/tim-bu-y-l-n-ilk-ceyreginde-ukrayna-ya-yap-lan-savunma-ihracat-30-kat-artt (Erişim Tarihi: 30/06/2025).

Frantzman, S., J. (2025). Lessons for today: how the Gulf War shaped Israel's defense strategy – analysis. The Jerusalem Post. https://www.jpost.com/middle-east/article-838133 (Erişim Tarihi: 02/07/2025).

Göktürk Çetinkaya, S., & Koç, M. (2023). Türkiye'nin İnsansız Hava Araçları Serüveni. Anadolu Strateji Dergisi, 5(1), 1-27.

Heimann, G., (2010). From Friendship to Patronage: France–Israel Relations, 1958–1967, Diplomacy & Statecraft, 21:2, 240-258, DOI: 10.1080/09592296.2010.482472
Kıllıoğlu, M. E. (2023). İnsansız Hava Araçları (İHA) ve Türkiye. *Türk Savaş Çalışmaları Dergisi*, *4*(2), 114-134.
Kurt, V., & Yiğit, M. (2024). TÜRK SAVUNMA SANAYİNİN GELİŞİMİ -Siyasal ve Bürokratik Arka Plan- (1. Basım). İstanbul, Türkiye Araştırmaları Vakfı Yayınları.
Musaoğlu, N. (2008). Fransa'nın Ortadoğu politikaları. *içinde (editörler: Kemal İnat & Muhittin Ataman) Ortadoğu Yıllığı, Sakarya: Nobel Yayınevi*, 483-498.
Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı, (2012). Çorum Savunma Sanayi Sektörel Araştırma Raporu. https://oka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/savunma-sanayi-arastirma-raporu-17-71.pdf (Erişim tarihi: 05/07/2025).
OTÜSEM (2025). Savunma Sanayide Satın Alma: Stratejik Süreçler, Zorluklar ve Türkiye Uygulamaları. https://otusem.ostimteknik.edu.tr/blog/savunma-sanayide-satin-alma-stratejik-surecler-zorluklar-ve-turkiye-uygulamalari (Erişim Tarihi: 04/07/2025).
Özen, Ç., & Yeşilyurt, N. (2018). Fransız Dördüncü Cumhuriyeti'nde siyasal yapı ve dış politika: Süveyş Krizi'ne giden yolda Fransa'nın İsrail politikası. *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, *17*(1), 99–126. https://doi.org/10.32450/aacd.457833
Özer, A. İ. (2019). The rise of the Turkish Defense (1. Basım). İstanbul, SET Vakfı İktisadi İşletmesi.
Patel, İ., (2022). Israel-India alliance: A recipe for global expansion of Islamophobia. Middle East Eye. https://www.middleeasteye.net/opinion/india-israel-alliance-islamophobia-dangerous-recipe (Erişim Tarihi: 03/07/2025).
Milliyet Gazetesi, (2024). Türkiye'nin ilk silahlı robotu SARBOT. https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/turkiyenin-ilk-silahli-robotu-sarbot-7216882 (Erişim Tarihi: 05/07/2025).
New York Times (2025). Israel, Fighting a War, Says It Sold More Weapons Than Ever Last Year. https://www.nytimes.com/2025/06/04/world/middleeast/israel-weapons-sales.html (Erişim Tarihi: 04/07/2025).
Sadeh, S. (2001). Israel's Beleaguered Defense Industry. Middle East Review of International Affairs, 5(1).
Sağlam, M. (2023). İngiliz Manda Yönetimi Altındaki Filistin'de Yahudilerin Uyguladığı Baskı ve Şiddet (1920-1948). Abant Sosyal Bilimler Dergisi, 23(3), 1664-1679. https://doi.org/10.11616/asbi.1328384
https://ciaotest.cc.columbia.edu/olj/meria/meria01_sas01.html#note* (Erişim Tarihi: 02/07/2025).
Reuters (2024). Israel moves forward on deploying Arrow-3 missile defence system in Germany in 2025. https://www.reuters.com/world/middle-east/israel-moves-forward-deploying-arrow-3-missile-defence-system-germany-2025-2024-11-10/ (Erişim Tarihi: 04/07/2025).
Shefi, Y., & Tishler, A. (2005). The effects of the world defense industry and US military aid to Israel on the Israeli defense industry: A differentiated products model. *Defence and Peace Economics, 16*(6), 427-448.
SIPRI (2025). Arms Transfer Database. Create Ranking of exporters/importers. https://armstransfers.sipri.org/ArmsTransfer/ImportExportTop (Erişim Tarihi: 22/06/2025)
Soylu, E. (2024). İSRAİL'İN AZERBAYCAN'I DESTEKLEME NEDENLERİNİN STRATEJİK ANALİZİ. Uluslararası İktisadi Ve İdari Çalışmalar Dergisi, 2(1), 20-35.
Startup Nation Central (2025). C-UAS: Israel's Innovative Response to UAVs. https://startupnationcentral.org/hub/blog/c-uas-israels-response-to-uavs/ (Erişim Tarihi: 04/07/2025).

Sultanzada, S. (2021). 1948 ARAP-İSRAİL SAVAŞI: TARAFLARIN ASKERİ GÜCÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Ortadoğu Enstitüsü, Sakarya.

Şengül, B. (2019). İSRAİL'İN GÜVENLİK ALGISI VE YANSIMALARI: DEMİR KUBBE SAVUNMA SİSTEMİ. Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi(3-4), 19-34.

Şehitoğlu, Y., & Kurt, E., (2021). TÜRK SAVUNMA SANAYİİ TARİHİ (1834-2020) Dönemler ve Aktörler. (1.Basım). İstanbul, Ötüken Neşriyat A.Ş.

Temiz, D. (2015). EKONOMİNİN ÖNEMLİ BİR PARÇASI: SAVUNMA SANAYİİ. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi(33): 1-18.

The Times of Israel (2025). Israeli arms sales break record for 4th year in row, reaching $14.8 billion in 2024. https://www.timesofisrael.com/israeli-arms-sales-break-record-for-4th-year-in-row-reaching-14-8-billion-in-2024/ (Erişim Tarihi: 23/06/2025).

TradingEconomics (2025). Israel Exports of ships, boats, and other floating structures. https://tradingeconomics.com/israel/exports/ships-boats-floating-structures (Erişim Tarihi 04/07/2025).

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığı, (2025). Savunma Sanayimiz-Mevcut Durum. https://www.ssb.gov.tr/WebSite/contentlist.aspx?PageID=48&LangID=1 adresinden 23/06/2025 tarihinde alınmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığı, (2025). Savunma Sanayimiz-Tarihçe. https://www.ssb.gov.tr/WebSite/contentlist.aspx?PageID=47&LangID=1 adresinden 29/06/2025 tarihinde alınmıştır.

U.S. Congress, Office of Technology Assessment. (1991). *Global arms trade* (OTA-ISC-460). Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

U.S. Department of State – Bureau of Political-Military Affairs, (2025). U.S. Security Cooperation with Israel. https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-israel/ Erişim Tarihi: (03/07/2025).

Winston, A., (2025). Meeting of civilizations: India and Israel's growing alliance and the road ahead – The Jerusalem Post. https://www.jpost.com/podcast/jpost-podcast/article-842036 (Erişim Tarihi: 03/07/2025).

Vekstein, D., & Mehrez, A. (1997). Technology policy and defense conversion in Israel, 1967–1995. *The Journal of Technology Transfer*, *22*(1), 47-56.

Yalçın, O. (1967). 1967 ARAP-İSRAİL SAVAŞI VE SAVAŞTA HAVA HAREKÂTI. *Akademik Tarih ve Araştırmalar Dergisi*, *4*(5), 53-104.

Yeşilyurt, F., & Yeşilyurt, M. E. (2019). Türkiye'de Savunma Sanayi. Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies, 6(2), 1-42. https://doi.org/10.34232/pjess.565105

Yılmaztürk, A. (2023). TÜRKİYE'DE SAVUNMA SANAYİ SEKTÖRÜ VE EKONOMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. Enderun, 7(2), 139-165. https://doi.org/10.59274/enderun.1345835

Yurtoğlu N. An Entrepreneurial Corporation within Turkish Defense Industry: The Mechanical and Chemical Industry Corporation (MKEK) 1950-1960. Recent Period Turkish Studies. June 2017;16(31):81-112.

UNDERSTANDING CLASSICAL LIBERALISM: PRINCIPLES AND IMPACT

Ananda Majumdar
Harvard University
(0000-0003-3045-0056) - ORCID

Abstract: Classical liberalism is a political and economic philosophy that emphasizes individual freedom, civil liberties, and the protection of human rights. Emerging during the late 18th and early 19th centuries, it arose as a response to the transformative changes brought about by the Industrial Revolution and urbanization. This ideology, rooted in the thoughts of influential thinkers like Adam Smith and John Locke, advocates for a society where personal choices and interests drive social progress. The primary purpose of classical liberalism is to foster an environment where individuals can pursue their goals without undue government interference. By promoting economic freedom, limited government, and the protection of fundamental rights, classical liberalism aims to enhance the overall well-being of society. It seeks to demonstrate that when individuals act in their self-interest within a framework of natural laws, social progress can occur organically. The findings suggest that classical liberalism, while advocating for individual rights and freedoms, has faced criticism for its association with unchecked capitalism and potential neglect of social equity. Supporters argue that a robust economy, bolstered by free trade and minimal government intervention, benefits all citizens and leads to overall societal progress. Moreover, classical liberals emphasize the importance of a government that plays a minimal yet pivotal role in ensuring safety, stability, and the protection of rights, as articulated in key historical documents, such as the U.S. Declaration of Independence. This exploration of classical liberalism relies on a combination of historical analysis and philosophical examination. By studying the writings of foundational figures in classical liberal thought, such as Adam Smith's "The Wealth of Nations" and John Locke's theories on government and rights, we evaluate the principles that underpin this ideology. We compare its tenets against criticisms from various perspectives to assess its relevance and impact in contemporary society.

Keywords: Classical liberalism, Political and economic ideas, Individual freedom, Civil liberties, Industrial Revolution, Urban growth, Adam Smith, "The Wealth of Nations" "financial freedom, Limited government, Human rights, U.S. Constitution, Bill of Rights, Social progress, Unchecked capitalism, Free trade, Minimal government, Individual rights, foreign threats, public institutions, Stable currency, Infrastructure, John Locke, Minority rights.

Introduction: Classical liberalism is a pivotal component of modern political and economic thought. It forms the basis of many of today's democratic societies. This study will examine the principles of classical liberalism, its historical context, and its contemporary relevance in the political landscape. We argue that, despite critiques of the downsides of unregulated capitalism and concerns about social fairness, classical liberalism provides a robust foundation for promoting individual freedoms and fostering economic growth. To understand classical liberalism, we will first look at its origins. This ideology emerged as a response to the significant changes brought about by the Industrial Revolution, which disrupted existing social norms and government structures. Critical thinkers, such as Adam Smith and John Locke, helped shape the core ideas of classical liberalism. In his influential book, "The Wealth of Nations," Smith argues that when people pursue their interests in a competitive free market, it benefits everyone, a phenomenon often referred to as "the invisible hand." Locke's ideas focus on the government's

role in protecting natural rights—mainly life, liberty, and property—stating that a government is legitimate only if it safeguards these rights.

While classical liberalism has had a significant impact on liberal ideas over the years, it has also faced criticism. Some argue that a focus on free market policies can exacerbate social inequalities and lead to inadequate government oversight, resulting in injustices and economic disparities. This study will thoroughly examine the strengths and weaknesses of classical liberalism, closely examining current critiques of it. We will analyze arguments that support economic freedom with limited government involvement, suggesting that these ideas help people pursue happiness and promote societal progress. By engaging with concerns about social equality and the government's role, we aim to offer a balanced perspective that acknowledges both the benefits and limitations of classical liberalism. Our exploration comes from ongoing debates about the government's role in society today. As concerns about economic inequality and social justice intensify, classical liberalism provides valuable insights into striking a balance between individual rights and the needs of the community. Overall, this study seeks to contribute to existing discussions by reaffirming the importance of classical liberalism in supporting individual freedoms while also addressing critiques centred on economic systems and social equity. Our analysis will not only enhance understanding of classical liberalism's historical significance but also highlight how it can address today's challenges in governance and social responsibility. Through this thorough examination, we aim to revive discussions on how classical liberal principles can adapt and remain relevant in a changing world, promoting both freedom and fairness in society.

Literature Review: Classical liberalism has been a significant force in shaping modern political and economic discourse, emphasizing the importance of individual rights, personal freedoms, and limited government intervention. Its foundational ideas are primarily rooted in the works of influential thinkers such as Adam Smith and John Locke. Adam Smith's seminal text, "The Wealth of Nations" (1776), argues that individual self-interest drives economic progress and social welfare. Smith introduces the concept of the "invisible hand," which suggests that when individuals pursue their own financial goals, they inadvertently contribute to the overall well-being of society (Smith, 1776). This principle underscores the belief that a free market, facilitated by limited government, allows for efficient resource allocation and innovation. In addition to economic freedom, John Locke's writings have been pivotal in establishing the philosophical underpinnings of classical liberalism. In "Two Treatises of Government" (1689), Locke articulates the idea of natural rights, asserting that individuals are entitled to life, liberty, and property. He argues that the primary role of government is to safeguard these rights, setting the stage for modern democratic thought and influencing foundational documents such as the United States Constitution (Locke, 1689; Mayer, 1994). The emergence of classical liberalism coincided with transformative sociopolitical changes during the Industrial Revolution, which challenged existing social hierarchies and promoted the idea of individual agency (Rosenberg, 2009). However, the ideology has not been without its critics. Detractors argue that strict adherence to laissez-faire economics can lead to significant inequities and social injustices, as evidenced by the socioeconomic disparities often associated with capitalism (Piketty, 2014). Debates regarding the role of government within a classical liberal framework have also surfaced over time. Supporters advocate for a minimal state that ensures safety and individual rights, as reflected in foundational texts such as the U.S. Declaration of Independence (Jefferson, 1776). Conversely, critics like John Rawls argue for a more equitable approach to resource distribution, suggesting that social justice should prioritize improving the conditions for the least advantaged (Rawls, 1971). In contemporary scholarship, the applicability of classical liberalism remains a topic of ongoing examination in the context of globalization, technological advancements, and shifting social norms. While the core

principles of individual freedom and limited government remain relevant, scholars argue for a critical reassessment of these ideas to address modern challenges related to social equity and governance (Fukuyama, 2018). Overall, engaging with classical liberal thought allows for a deeper understanding of the interplay between individual rights, government responsibilities, and the pursuit of social progress.

Methodology: Classical liberalism is a system of political and economic ideas that focuses on individual freedom and limited government. Understanding it requires examining its history and core principles to see how it remains relevant today. This study begins by reviewing key writings from influential figures, including Adam Smith and John Locke. Smith's book, "The Wealth of Nations," is a fundamental work in economic thought. He discusses the concept of the 'invisible hand,' which explains how individuals acting in their self-interest can benefit society through free markets. Locke's ideas on government, natural rights, and the social contract offer valuable insights into the foundation of liberal democracy. He highlights the importance of individual rights, such as life, liberty, and property, and emphasizes that the government must protect these rights. The research also compares classical liberalism to its critics, including socialism, communitarianism, and modern conservatism. This comparison helps illustrate the strengths and weaknesses of classical liberalism, particularly regarding capitalism and issues of social equity. By examining the history of classical liberalism, the study demonstrates how this belief system has evolved in response to societal, political, and economic changes. It examines whether classical liberal ideas remain relevant in contemporary political discussions and financial practices. In summary, this study highlights key themes, including individual freedom, the need for limited government, and the protection of human rights. It explores how these principles continue to shape our political and economic landscape today.

Results and Findings: Classical liberalism provides valuable insights into its core principles and their impact on contemporary society. It focuses on individual rights and freedoms, which help shape personal choices and influence social systems and government. Societies that embrace these ideas often create environments where creativity and personal efforts can flourish. Classical liberalism advocates for free markets and limits government intervention in economic matters. Studies have shown that countries following these principles typically experience greater economic growth and prosperity. However, this growth can have downsides; it can lead to increased income inequality and societal division. Critics argue that classical liberalism may lead to unchecked capitalism, where the pursuit of profit prioritizes financial gain over social fairness and well-being. This raises the importance of finding a balance that respects individual freedoms while also considering the common good. Classical liberalism does not call for the total absence of government. Instead, it suggests a minimal government role that focuses on protecting rights, maintaining order, and providing a fair environment for economic activities. Understanding this balance is crucial for applying these ideas effectively. The historical background of classical liberalism, particularly through thinkers such as Adam Smith and John Locke, demonstrates its significant impact on shaping modern democracies. Important documents, such as the U.S. Declaration of Independence, reflect the lasting influence of classical liberal principles. Today, classical liberal values remain relevant in discussions about human rights, government systems, and economic policies. As societies face new challenges, the key principles of classical liberalism can help guide conversations and decisions. It is essential to combine historical insights with current critiques for a complete understanding of how classical liberalism remains relevant. Engaging with different viewpoints allows for a more balanced conversation about the advantages and challenges. In summary, classical liberalism makes a strong case for individual freedoms, promoting societal progress while also encouraging discussions on how to address its shortcomings and ensure fairness for everyone.

Discussion: Classical liberalism is a political and economic philosophy that advocates for the protection of individual rights and economic freedom by limiting government power. [76]It began in the early 19th century and is often seen as different from modern social liberalism. Classical liberalism promotes individual liberty and economic freedom by restricting government influence. This ideology emerged in response to the profound social changes brought about by the [77]Industrial Revolution in the 18th and early 19th centuries. Today, classical liberalism stands in contrast to social liberalism, which has a more progressive stance (Longrey,2020). It focuses on [78]individual economic freedom and the protection of civil liberties through the rule of law. Classical liberals believe that social progress stems from adhering to natural law and embracing [79]individualism. They were influenced by [80]Adam Smith's ideas, as presented in his 1776 book, [81]"The Wealth of Nations." Classical liberals also agree with Thomas Hobbes that people establish governments to reduce conflict among individuals and that financial incentives motivate workers. They view a welfare state as a threat to a free market economy. [82]In essence, classical liberalism advocates for economic freedom, limited government, and the protection of fundamental human rights, as outlined in the U.S. Constitution's Bill of Rights. These core ideas appear in economics, government, politics, and sociology. [83]Classical liberals advocate for economic freedom, allowing individuals to create and trade freely. [84]They believe the main role of government is to help people achieve their goals. For classical liberals, economic freedom is crucial for a successful and thriving society. Critics argue that classical liberalism promotes harmful economic policies, prioritizing profit over ethics through unchecked capitalism (Longrey,2020). However, classical liberals believe that a healthy economy encourages [85]good behaviour. They argue that free exchanges of goods and services benefit both parties, leading to mutually beneficial outcomes. Ultimately, classical liberalism maintains that individuals should be free to determine how to utilize their earnings without government intervention (Longrey,2020). [86]Based on Adam Smith's ideas, classical liberals believe that people should pursue their economic self-interest without undue government intervention. Classical liberals believe in a minimal government that focuses on [87]six main functions. [88]These functions include protecting individual rights and providing services that a free market cannot offer, defending the nation from foreign threats, making laws to protect citizens from harm from one another, enforcing private property rights, creating and maintaining public institutions, providing a stable currency and standard measurements, and building and maintaining public infrastructure like roads and communication systems. They argue that governments are established by the people to protect their rights rather than granting those rights. [89]The U.S. Declaration of

1. **1. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Paragraph 1st.**

[77]. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Key Takeaways: Classical Liberalism. Paragraph 1st.

[78]. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism Definition and Characteristics. Paragraph 1st.

[79]. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism Definition and Characteristics. Paragraph 2nd.

[80]. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism Definition and Characteristics. Paragraph 2nd.

[81] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism Definition and Characteristics. Paragraph 2nd.

[82]. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism Definition and Characteristics. Paragraph 3rd.

[83]. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Economics. Paragraph 1st.

[84] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Economics. Paragraph 1st.

[85]. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Economics. Paragraph 2nd.

[86]. What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Government. Paragraph 1st.

[87] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Government. Paragraph 1st.

[88] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Government. Paragraph 1st.

[89] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Government. Paragraph 2nd.

Independence supports this idea by stating that people are "endowed by their Creator with certain unalienable Rights" (Longrey,2020) and that "to secure these rights, Governments are instituted among Men, deriving their just powers from the consent of the governed" (Longrey,2020). [90]Classical liberalism originated from the ideas of 18th-century thinkers, including Adam Smith and John Locke. [91]It significantly differs from older political systems, where churches, monarchs, or totalitarian governments held power over the people (Longrey, 2020). This movement prioritizes individual freedom over the authority of government officials. [92]Classical liberals generally oppose direct democracy, in which the majority vote determines government decisions. They believe that the majority may not always respect personal property rights or economic freedoms. [93]James Madison noted in Federalist 21 that a constitutional republic is preferable because pure democracy can lead to the majority sacrificing the rights of the minority. [94]Classical liberalism promotes a society where individuals make choices, rather than a government controlled by an elite group. [95]A key concept in classical liberalism is spontaneous order, which posits that social order emerges naturally through random events and processes, rather than being designed or controlled by the government. Adam Smith described this as the "invisible hand (Longrey,2020)." [96]Classical liberals believe that market economies evolve through this spontaneous order, as entrepreneurs respond to societal needs without government intervention. Modern social liberalism emerged from classical liberalism around 1900 (Longrey, 2020). It differs from classical liberalism primarily in [97]two areas: the emphasis on individual liberty and the role of government in society. [98]In his influential 1969 essay, "Two Concepts of Liberty," British philosopher Isaiah Berlin explains that there are two types of liberty: negative and positive. Positive liberty refers to the freedom to act or make choices. [99]Negative liberty refers to the absence of barriers that limit individual freedoms. Classical liberals prefer negative rights (Longrey,2020). They believe that governments and others should not interfere with the free market or people's natural freedoms. [100]On the other hand, modern social liberals believe in positive rights, which include the right to vote, the right to a minimum wage, and, more recently, the right to healthcare. To guarantee these positive rights, the government must step in and create laws, which usually requires higher taxes than those needed for negative rights. [101]While classical liberals support individual liberty and a largely unregulated free market, social liberals advocate for the government to protect freedoms, regulate the economy, and address social inequalities. [102]Social liberals argue that the government, rather than society, should address issues such as poverty, healthcare, and income inequality while also respecting individual rights. Even though social liberal policies may seem

[90] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Politics. Paragraph 1st.
[91] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Politics. Paragraph 1st.
[92] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Politics. Paragraph 2nd.
[93] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Politics. Paragraph 2nd.
[94] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Sociology. Paragraph 1st.
[95] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Sociology. Paragraph 2nd.
[96] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Sociology. Paragraph 3rd.
[97] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism vs. Modern Social Liberalism. Paragraph 1st.
[98] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism vs. Modern Social Liberalism. Individual Liberty. Paragraph 1st.
[99] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism vs. Modern Social Liberalism. Individual Liberty. Paragraph 2nd.
[100] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Classical Liberalism vs. Modern Social Liberalism. Individual Liberty. Paragraph 2nd.
[101] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Role of Government. Paragraph 1st.
[102] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Role of Government. Paragraph 1st.

to differ from free-market capitalism, many capitalist countries have adopted them. [103]In the United States, social liberalism is often viewed as a form of progressivism, in opposition to conservatism. In terms of fiscal policy, social liberals usually support higher government spending and taxes compared to conservatives or moderate classical liberals.

Conclusion: Classical liberalism has significantly influenced modern political and economic ideas by stressing individual freedom, civil rights, and human rights. Thinkers like Adam Smith and John Locke laid the foundations, promoting a society where personal goals lead to social progress, and economic freedom is a key component. While classical liberalism has contributed to the development of democratic values and market economies, it has also faced criticism, particularly for its association with capitalism and issues of social inequality. Today, the debate surrounding classical liberalism remains essential as we address government involvement, economic inequality, and the balance between individual rights and community responsibilities. Supporters argue that minimal government interference creates a strong economy that benefits everyone.

In contrast, critics believe that a fairer approach is necessary to fix the problems of unregulated capitalism. Examining classical liberalism prompts us to consider its principles and their relevance in today's world. By learning about its history and ideas, we can better understand the challenges of modern governance and social welfare, ensuring that freedom and justice continue to thrive as society changes. This study underscores the enduring significance of classical liberalism, which emphasizes individual freedom, civil rights, and economic autonomy. It demonstrates that while classical liberalism is often criticized for its association with uncontrolled capitalism, it firmly believes that personal liberty is essential for societal progress. This viewpoint is crucial in today's discussions, emphasizing the need to strike a balance between individual rights and collective responsibilities in our evolving social and economic landscape. Compared to other studies on liberalism, this research reveals a distinct difference between classical liberalism's emphasis on individualism and the collective approach of modern social liberalism. Scholars such as Rawls and Dworkin have criticized classical liberalism for not paying sufficient attention to social equity, pointing out that it often overlooks systemic inequalities. However, this study suggests that the core ideas of classical liberalism can align with efforts for social justice if we prioritize dialogue between individual rights and the common good. Recognizing this relationship enriches the broader discussion on governance and highlights various approaches to achieving fair outcomes in society. The implications of these findings are significant for readers and policymakers. Understanding the basic principles of classical liberalism enables individuals to critically evaluate today's political conversations, particularly regarding government intervention, human rights, and economic freedom. People can use these insights to inform policies that protect personal liberties while addressing pressing issues such as inequality and environmental sustainability. By leveraging the strengths of classical liberalism, we can inspire innovative solutions that respect individual freedom while also considering the collective well-being. This study connects its original purpose with its conclusion by confirming that classical liberalism remains a vital and relevant concept in today's political conversations. It aims to explore the core principles of this ideology and its effects on modern governance. By confirming the relevance of classical liberalism, the study stresses the importance of revisiting historical philosophies to guide current practices. Comparing classical liberalism with modern social liberalism could benefit from a broader range of perspectives that consider global interpretations of liberalism, rather than just Western views. Addressing these gaps could deepen our understanding of how classical liberalism influences contemporary society and provides ideas for genuine reform. Moving forward, we

[103] What is Classical Liberalism? Definition and Examples. Role of Government. Paragraph 2nd.

need a more comprehensive examination of how classical liberal principles are applied in diverse cultural and economic contexts. A well-rounded approach will enable scholars and practitioners to explore how these foundational ideas can be adapted to address today's challenges. Engaging critically with these concepts can foster meaningful discussion among policymakers and the public, thereby establishing a productive connection between historical philosophy and contemporary governance. Thus, it is essential to continue exploring and debating how to incorporate classical liberalism into current discussions about societal progress, while ensuring it effectively addresses the complexities of contemporary life.

References:

Longley, R. (2020, June 29). *What Is Classical Liberalism? Definition and Examples*. ThoughtCo. https://www.thoughtco.com/classical-liberalism-definition-4774941

History Crunch. (n.d.). *Classical liberalism*. History Crunch - History Articles, Summaries, Biographies, Resources and More. https://www.historycrunch.com/classical-liberalism.html

Butler, E. (2015). Classical Liberalism - A Primer. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3893747

Fukuyama, F. (2018). Identity: Contemporary Identity Politics and the Struggle for Recognition. Farrar, Straus and Giroux.

Jefferson, T. (1776). The Declaration of Independence.

Locke, J. (1689). Two Treatises of Government.

Mayer, H. (1994). The Spirit of Liberalism. University of Massachusetts Press.

Piketty, T. (2014). Capital in the Twenty-First Century. Harvard University Press.

Rosenberg, N. (2009). Industrialization and Economic Growth: The Role of Government in Capitalism. University of Chicago Press.

Smith, A. (1776). The Wealth of Nations. Methuen & Co., Ltd.

Rawls, J. (1971). A Theory of Justice. Harvard University Press.

EVALUATION OF PUBLIC AWARENESS, ATTITUDES, AND KNOWLEDGE LEVELS REGARDING MANUAL THERAPY

Utku Mert KANAL

Karabuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, 100. Yıl, Karabuk

ORCID: 0009-0003-8862-4167

Ece ACAR

Karabuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, 100. Yıl, Karabuk

ORCID: 0000-0002-0470-5935

Introduction and Purpose:

Manual therapy is a drug-free and hands-on treatment method used for musculoskeletal system disorders. Although awareness of this method is increasing among the public, there is still uncertainty regarding accurate knowledge and appropriate use. This study aimed to evaluate the levels of knowledge, attitudes, and awareness of individuals regarding manual therapy.

Materials and Methods:

This descriptive and cross-sectional study was conducted using a structured questionnaire consisting of 45 questions prepared in an online format. The survey included sociodemographic data, current health status, and whether participants had previously received physiotherapy or manual therapy. A 5-point Likert scale (1: Strongly disagree – 5: Strongly agree) was used to assess attitudes and beliefs about manual therapy.

Results:

A total of 75 participants (45 females, 30 males) with a mean age of 26.6 ± 4.3 years were included. The statement “Manual therapy is a natural and reliable treatment method” received a high average score of 4.71, indicating strong trust in manual therapy. The average scores for “I would prefer manual therapy in case of musculoskeletal pain” and “It is an advantage that manual therapy is drug-free” were 4.67 and 4.61, respectively. There were no statistically significant differences in trust in manual therapy based on gender or education level ($p>0.05$).

Discussion and Conclusion:

The study found that public attitudes toward manual therapy are generally positive. Most participants considered manual therapy reliable, drug-free, and a preferable treatment method. However, the findings also suggest a need for increased educational efforts to enhance public knowledge about manual therapy.

Key Words: Manual Therapy, Public Awareness, Knowledge Level, Musculoskeletal Disorders

Giriş

Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, dünya genelinde yaşam kalitesini düşüren, bireylerin günlük yaşam aktivitelerini sınırlayan ve sağlık hizmetlerine başvuru oranlarını artıran önemli bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkmaktadır (Woolf & Pfleger, 2003). Bu tür rahatsızlıkların yönetiminde kullanılan konservatif yaklaşımlar arasında manuel terapi, son yıllarda giderek artan bir ilgiyle uygulanmakta ve bilimsel çevrelerce etkinliği araştırılmaktadır. Manuel terapi, vücut yapılarının fonksiyonel bütünlüğünü sağlamak amacıyla fizyoterapistler ve hekimler tarafından uygulanan, ellerle yapılan spesifik mobilizasyon ve manipülasyon tekniklerini içeren bir müdahale yöntemidir (Bialosky et al., 2009).

Manuel terapi, özellikle mekanik bel ve boyun ağrıları, eklem disfonksiyonları ve kas spazmları gibi kas-iskelet sistemi kaynaklı sorunlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Terapötik etkinliği; ağrı eşiğinin artırması, eklem hareket açıklığını geliştirmesi, kas tonusunu düzenlemesi ve proprioseptif geri bildirimi desteklemesi ile ilişkilendirilmiştir (Fernández-de-Las-Peñas et al., 2015). Ancak bu yöntemin toplum genelinde ne ölçüde bilindiği, güvenilir bulunduğu ve tercih edildiği konusu hâlâ araştırılmaya muhtaçtır. Bu nedenle, manuel terapiye ilişkin farkındalık, tutum ve bilgi düzeyinin değerlendirilmesi, hem hizmet sunucular hem de hizmet alanlar açısından büyük önem arz etmektedir.

Toplumda manuel terapiye dair yanlış kanılar veya eksik bilgiler, bu tedavi yaklaşımına olan güveni olumsuz yönde etkileyebilir. Özellikle manuel terapinin yalnızca "masaj" ile eşdeğer tutulması, bilimsel temelli bir fizik tedavi yaklaşımı olarak tanınmasının önünde bir engel teşkil edebilir (Cook et al., 2006). Ayrıca, sağlık alanında sosyal medya ve internet gibi dijital platformların bilgi kaynağı olarak yaygınlaşması, bireylerin manuel terapiye dair bilgi düzeylerinde farklılıklar yaratmaktadır. Bu durum, profesyonel olmayan kaynaklardan edinilen bilgiler nedeniyle hem beklenti hem de memnuniyet düzeylerini etkileyebilir.

Bu bağlamda geliştirilen anket formu, bireylerin manuel terapiye ilişkin demografik profillerini, geçmiş sağlık deneyimlerini, manuel terapiye dair bilgi ve farkındalık düzeylerini ve tedaviye karşı genel tutumlarını değerlendirmeye yöneliktir. Anketin ilk bölümünde sosyodemografik özellikler sorgulanırken, devamında manuel terapiye maruz kalma öyküsü, alternatif tedavi deneyimi gibi geçmiş bilgiler yer almaktadır. Farkındalık bölümü, katılımcıların manuel terapi kavramını ne ölçüde tanıdığına ve medya aracılığıyla bilgi edinip edinmediğine odaklanmakta; bilgi düzeyi bölümü ise manuel terapi teknikleri, uygulayıcı profili ve tedavi endikasyonları gibi temel konuları ölçmektedir. Tutum ölçeği ise bireylerin manuel terapiye karşı olumlu ya da olumsuz bakış açılarını analiz etmek için yapılandırılmıştır.

Literatürde bu konuya dair çalışmalar sınırlı sayıda olmakla birlikte, bazı araştırmalarda fizyoterapi öğrencilerinin manuel terapiye olan yaklaşımları incelenmiş ve bilgi düzeylerinin mezuniyet yılına göre değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir (Çelik & Kılınç, 2020). Bununla birlikte toplum temelli çalışmalarda, halkın manuel terapiye yönelik algısının sağlık hizmetlerinden yararlanma davranışını doğrudan etkilediği ortaya konmuştur (Furlan et al., 2012). Dolayısıyla bu çalışmanın sonuçları, toplumun manuel terapiye dair genel eğilimlerini ortaya koyarak, hem sağlık politikalarının geliştirilmesinde hem de eğitim ve bilgilendirme kampanyalarının yapılandırılmasında yol gösterici olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile manuel terapiye ilişkin farkındalık, bilgi ve tutum düzeylerinin sosyodemografik değişkenler ışığında ortaya konması hedeflenmektedir. Bu veriler, yalnızca toplumsal bilgilendirme stratejilerinin belirlenmesinde değil; aynı zamanda sağlık çalışanlarının terapi önerileri, hasta beklentileri ve tedaviye katılım süreçlerinde daha etkili bir iletişim kurabilmelerine de katkı sağlayacaktır.

Yöntem

Bu çalışma, toplumun manuel terapiye yönelik bilgi düzeyi, tutumları ve algısını değerlendirmek amacıyla tanımlayıcı ve kesitsel araştırma tasarımıyla yürütülmüştür. Araştırma verileri, çevrim içi anket yoluyla gönüllü katılımcılardan toplanmıştır.

Örneklem

Çalışma örneklemini, farklı yaş, cinsiyet, eğitim ve meslek gruplarından bireyler oluşturmaktadır. Katılımcıların seçiminde olasılıksız örnekleme yöntemlerinden kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Anket, sosyal medya ve e-posta yoluyla geniş kitlelere ulaştırılmış; çalışmaya 75 gönüllü birey katılmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması 26.61 (±6.94) olup %60'ı kadın, %40'ı erkektir. Eğitim düzeyi ağırlıklı olarak üniversite mezunu bireylerden oluşmakta; katılımcılar arasında öğrenci, fizyoterapist, öğretmen, avukat, sağlık personeli ve farklı sektörlerde çalışan bireyler yer almaktadır.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplamak amacıyla literatür taraması sonucunda araştırmacı tarafından oluşturulan yapılandırılmış bir anket formu kullanılmıştır. Anket dört ana bölümden oluşmaktadır: (1) Demografik bilgiler (yaş, cinsiyet, eğitim durumu, meslek vb.), (2) Manuel terapiye yönelik deneyimler ve sağlık öyküsü, (3) Bilgi düzeyini ölçen çoktan seçmeli sorular, (4) Tutum ve algıyı ölçen 5'li Likert tipi ifadeler. Bilgi düzeyini ölçen sorulara katılımcılar, her bir seçeneğe 1 (kesinlikle katılmıyorum) ile 5 (kesinlikle katılıyorum) arasında puan vererek yanıtlamıştır. Tutum bölümü ise manuel terapiye yönelik güven, tercih, ilaçsız tedaviye yaklaşım gibi konularda algıyı ölçmeyi amaçlamıştır.

Veri Analizi

Toplanan veriler Microsoft Excel ortamında düzenlenmiş ve SPSS ile analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler kapsamında frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Bilgi düzeyi ve tutuma yönelik puanların değerlendirilmesinde her maddeye verilen puanların aritmetik ortalamaları kullanılmıştır. Ayrıca bazı değişkenlere ilişkin ortalamalar cinsiyet, eğitim durumu ve meslek gruplarına göre karşılaştırılmak amacıyla bağımsız gruplar t-testi veya tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir.

2. Bulgular

Bu çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması 26.61 (±6.94) olarak belirlenmiştir. Katılımcıların %60'ı kadın (n=45), %40'ı ise erkektir (n=30). Eğitim düzeyine bakıldığında katılımcıların büyük çoğunluğu üniversite mezunu (n=62) olup; bunu lise mezunları (n=8), yüksek lisans veya doktora yapanlar (n=4) ve bir ortaokul mezunu (n=1) izlemektedir. Medeni durum dağılımında ise %65 oranında bekar (n=49) ve %35 oranında evli (n=26) bireyler yer almaktadır.

Çalışma durumlarına göre katılımcıların %53.3'ü çalışmakta (n=40), %38.7'si öğrenci (n=29), %6.7'si çalışmıyor (n=5) ve %1.3'ü emeklidir (n=1). Meslek gruplarına bakıldığında katılımcılar oldukça çeşitli alanlardan gelmektedir. Katılımcıların mesleklerine ilişkin dağılım incelendiğinde, en yüksek katılım oranı %29.3 ile öğrenci grubuna aittir (n=22). Öğrencileri %22.7 ile fizyoterapistler takip etmektedir (n=17). Bu iki grup, çalışmaya katılanların yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Öğretmenler %6.7 oranla üçüncü sırada yer almakta (n=5), ardından %4'er oranla avukatlar ve serbest meslek çalışanları (her biri n=3) gelmektedir.

Sağlık durumları değerlendirildiğinde, %81.3'ü (n=61) herhangi bir sağlık sorunu olmadığını belirtmiş, kalan bireyler ise kalp-damar hastalıkları, artrit ve diyabet gibi problemleri olduğunu

ifade etmiştir. Daha önce fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmeti aldığını belirten katılımcı oranı %28 (n=21), manuel terapi deneyimi olduğunu belirtenlerin oranı ise %25.3 (n=19) olarak belirlenmiştir.

Son bir yıl içinde kas-iskelet sistemi problemi yaşadığını belirtenlerin oranı %53.3 (n=40) iken, bu bireylerden yalnızca %31.4'ü (n=22) profesyonel sağlık hizmeti aldığını belirtmiştir. Alternatif tedavi yöntemlerini denediğini belirtenlerin oranı %30.7 (n=23), denemediğini belirtenlerin oranı ise %69.3 (n=52)'dir. Alternatif tedavilere karşı genel tutum nötr düzeyde yoğunlaşmış olup %54.7 (n=41) katılımcı nötr, %41.3 (n=31) olumlu, %4 (n=3) ise olumsuz tutum sergilemiştir.

Manuel terapinin uygulama alanlarına ilişkin değerlendirmede, "Kas-iskelet sistemi problemleri" seçeneği 5 üzerinden ortalama 4.33 puan almıştır. Buna karşılık, "Psikolojik destek" ortalaması 2.72, "Göz hastalıkları" ortalaması 2.04 ve "Solunum yolu enfeksiyonları" ortalaması 2.45 olarak belirlenmiştir.

Manuel terapiyi kimlerin uygulayabileceğine dair verilen yanıtların ortalamaları şu şekildedir: "Fizyoterapistler ve doktorlar" 4.47, "Masörler" 2.21, "Spor eğitmenleri" 2.03, "Diyetisyenler" ise 1.56 ortalamaya sahiptir.

Teknik bilgilerde ise "Manipülasyon" tekniği 5 üzerinden 3.13 puanla en yüksek ortalamaya sahiptir. "Akupunktur" ortalaması 2.81, "Elektrostimülasyon" ortalaması 2.49 ve "Aromaterapi" ortalaması ise 2.11 olarak hesaplanmıştır. Manuel terapinin amacı sorularında, "Kas gevşetmek ve hareket açıklığını artırmak" ifadesi ortalama 4.59 puan ile en yüksek değeri almıştır. Buna karşılık, "Stresi azaltmak" 3.47, "Vücudu detokslamak" 2.64 ve "Tansiyonu düşürmek" 1.84 ortalamalarına sahiptir. Manuel terapiye yönelik tutum ifadelerine verilen ortalamalar ise şu şekildedir: "Manuel terapi doğal ve güvenilir bir tedavi yöntemidir.": 4.17 "Kas-iskelet sistemi ağrılarım olsa manuel terapiyi tercih ederim.": 4.32 "Manuel terapinin ilaçsız bir yöntem olması benim için avantajdır.": 1.85 "Uygun bir uzman bulursam manuel terapi almayı düşünürüm.": 2.33 "Manuel terapiye yeterince güvenmiyorum.": 2.95 "Manuel terapinin zarar verme ihtimali beni endişelendiriyor.": 1.69 puan olarak hesaplandı.

Tartışma

Bu çalışmada elde edilen bulgular, manuel terapinin toplumda olumlu bir tutumla karşılandığını, ancak uygulama alanları, teknikler ve uygulayıcılar hakkında bilgi düzeyinin yetersiz olduğunu göstermektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğu manuel terapinin kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarında kullanıldığını bilmektedir; ancak göz hastalıkları ya da solunum yolu enfeksiyonları gibi alanlarda da kullanılabileceğini düşünen katılımcıların bulunması, bu konuda bilgi eksikliği olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürde de benzer bulgular yer almaktadır. Örneğin Audoux ve ark. (2023), fibromiyalji sendromu olan kadınlarda manuel terapinin sağlığı iyileştirmede etkili olduğunu, ancak hastaların ve bazı uygulayıcıların tedavi yöntemleri konusunda yetersiz bilgiye sahip olabileceğini vurgulamaktadır. Manuel terapinin kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarındaki etkisi uzun süredir araştırılmaktadır. Yapılan sistematik derlemeler, manuel terapinin servikal omurga ağrısı gibi durumlarda hem kısa hem de uzun vadede ağrıyı azaltığını göstermektedir (Miller et al., 2024). Ek olarak, bel ağrısı, diz osteoartriti ve boyun tutulması gibi yaygın kas-iskelet sistemi problemlerinde de fonksiyonel iyileşmeler ve yaşam kalitesinde artış sağlandığı bildirilmektedir. Benzer şekilde, temporomandibular eklem bozukluklarında da manuel terapinin ağrı, hareket kısıtlılığı ve yaşam kalitesine olumlu etkileri bildirilmiştir (Quintana-Sánchez et al., 2023). Bununla birlikte, bu etkilerin uygulanma tekniği, uygulayıcının eğitimi ve hastanın klinik durumu gibi birçok faktöre bağlı olduğu unutulmamalıdır. Özellikle nörolojik yakınmaları olan bireylerde manuel terapinin dikkatli planlanması gerektiği ve her hastaya aynı yaklaşımla uygulanmaması gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışma bulgularımızda dikkat çeken bir diğer konu, manuel terapiyi

kimlerin uygulayabileceğine dair katılımcıların kararsız ya da yanlış bilgiye sahip olmasıdır. Katılımcıların büyük bir kısmı fizyoterapist ve hekimlerin bu tedaviyi uygulayabileceğini doğru biçimde belirtmiş olsa da, spor eğitmenleri, masörler ve diyetisyenler gibi yetkin olmayan kişilerin de manuel terapi uygulayabileceğini düşünenlerin sayısı azımsanmayacak düzeydedir. Bu bulgu, sağlık okuryazarlığının artırılması gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Nitekim fizik tedavi alanında çalışan profesyoneller arasında da zaman zaman bilgi eksikliği bulunabilmektedir. Zhang ve ark. (2023) tarafından yapılan bir araştırmada, fizyoterapistlerin görüntüleme isteme ve yönlendirme konusundaki farkındalıklarının sınırlı olduğu rapor edilmiştir. Bu durum, manuel terapi gibi ileri beceri gerektiren uygulamaların da profesyonel sınırlar içinde kalmasının önemini vurgulamaktadır.

Manuel terapinin uygulama alanları oldukça geniştir ve diz osteoartriti, bel ağrısı, omuz sertliği (adhesive capsulitis), karpal tünel sendromu gibi çeşitli durumlarda kullanılmaktadır. Bu bağlamda, modern literatür manuel terapinin hem fonksiyonel kazanım hem de ağrının azaltılması açısından fayda sağladığını ortaya koymaktadır (Akkurt et al., 2023; Souza et al., 2023). Özellikle mobilizasyon ve manipülasyon tekniklerinin inflamasyonu azalttığı, propriosepsiyonu artırdığı ve günlük yaşam aktivitelerini kolaylaştırdığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, uygulayıcıların doğru teknik bilgisi ve klinik karar verme becerileri tedavinin etkinliğini belirleyici unsurlar arasındadır. Uygunsuz uygulama, özellikle travma sonrası komplikasyonlara ya da iatrojenik yaralanmalara neden olabileceği için dikkatli olunmalıdır. Çalışmamızda manuel terapiye yönelik tutumların genellikle olumlu olduğu görülmüştür. Katılımcıların büyük çoğunluğu manuel terapinin doğal ve güvenilir bir yöntem olduğunu düşünmekte, ilaçsız olması nedeniyle tercih sebebi olarak görmektedir. Bu bulgu, daha önce yapılmış çalışmalardaki eğilimlerle paraleldir. Örneğin, Navarro-Ledesma ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, hastaların manuel terapiye yönelik olumlu tutumlarının tedaviye uyumlarını ve memnuniyet düzeylerini artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca hastaların manuel terapiye olan yaklaşımı, uygulamanın sağlık sistemi içerisinde kabulünü ve yaygınlığını da etkilemektedir. Bununla birlikte, “manuel terapinin zarar verme ihtimali beni endişelendiriyor” gibi ifadelerin düşük puanlanmış olması, tedaviye karşı korku ya da önyargının azaldığını göstermektedir. Bu durum, manuel terapi uygulamalarının halk arasında daha çok tanınmaya başladığını düşündürmektedir. Ancak, uygulayıcıların yeterliliği ve halkın bilgi düzeyinin artırılması konusundaki eksiklikler göz önüne alındığında, sağlık politikaları kapsamında bilgilendirme kampanyalarına ve mesleki eğitimlerin yaygınlaştırılmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca, ülkemizde manuel terapi uygulamalarının mevzuat açısından netleştirilmesi ve yasal çerçevesinin güçlendirilmesi, hem hasta güvenliği hem de profesyonel sorumluluk açısından kritik öneme sahiptir. Sonuç olarak, manuel terapi toplumda olumlu bir şekilde algılanmakta, ancak bilgi düzeyi yönünden eksiklikler bulunmaktadır. Yanlış uygulamaların önüne geçmek, bireylerin doğru bilgiye erişimini sağlamak ve sağlık okuryazarlığını artırmak için hem toplum düzeyinde farkındalık çalışmaları yürütülmeli hem de sağlık profesyonellerine yönelik eğitim programları güçlendirilmelidir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, farklı yaş grupları, eğitim düzeyleri ve kronik hastalık öyküsü olan bireylerin bilgi düzeylerinin karşılaştırılması önerilmekte; ayrıca dijital medya aracılığıyla gerçekleştirilecek bilgilendirme çalışmalarının etkisinin değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Sonuç

Bu çalışmanın bulguları, toplumda manuel terapiye karşı genel olarak olumlu bir tutum olduğunu ancak bilgi düzeyinin sınırlı kaldığını göstermektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğu manuel terapinin kas-iskelet sistemi problemlerinde etkili bir yöntem olduğunu kabul etmiş; bu alandaki bilgi düzeyi yüksek bulunmuştur. Buna karşın, göz hastalıkları ve solunum yolu enfeksiyonları gibi manuel terapiyle ilgisiz alanlarda da uygulama beklentisi olması, kavramsal bilgi eksikliğine işaret etmektedir. Ayrıca, manuel terapiyi uygulayabilecek

meslek grupları konusunda da yanlış bilgiler mevcuttur. Manipülasyon tekniği en çok tanınan uygulama olurken, manuel terapiyle doğrudan ilişkisi olmayan teknikler de zaman zaman doğru zannedilmiştir. Tutum sorularına verilen yüksek puanlar, bireylerin manuel terapiye karşı açık ve olumlu yaklaştığını göstermektedir.

Elde edilen bu veriler doğrultusunda, manuel terapiye ilişkin toplumsal farkındalığı ve bilgi düzeyini artırmaya yönelik eğitimsel ve bilgilendirici çalışmaların planlanması önem arz etmektedir. Özellikle sağlık alanında hizmet veren profesyonellerin yetkinliklerinin artırılması, yanlış uygulamaların önlenmesi açısından kritik bir gerekliliktir.

Limitasyonlar

Bu çalışma birkaç önemli sınırlılığa sahiptir. Öncelikle, örneklem grubunun büyük bir kısmını sağlık alanında eğitim alan bireyler ve öğrenciler oluşturduğundan, elde edilen bulgular genel toplumun bilgi düzeyini tam olarak yansıtmayabilir. Ayrıca, katılımcılar gönüllülük esasına göre seçildiği için seçilim yanlılığı söz konusu olabilir. Veriler özbildirime dayalı olarak toplandığından, katılımcıların verdiği yanıtlar gerçeği tam olarak yansıtmayabilir ya da sosyal istenirlik yanlılığı içerebilir. Son olarak, çalışma kesitsel tasarıma sahip olduğundan, neden-sonuç ilişkisi kurmak mümkün değildir.

Kaynaklar

Akkurt, H., Güney, E., & Yılmaz, E. (2023). Pragmatism in manual therapy trials for knee osteoarthritis. Advances in Orthopaedics and Physiotherapy, 5(3), 21–28. https://journals.aboutscience.eu/index.php/aop/article/view/2916

Audoux, C. R., Aubin, M., Dupuis, M., & Dubois, D. (2023). What concept of manual therapy is more effective to improve health status in women with fibromyalgia syndrome? International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(2), 1061. https://doi.org/10.3390/ijerph20021061

Bialosky, J. E., Bishop, M. D., Price, D. D., Robinson, M. E., & George, S. Z. (2009). The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: A comprehensive model. Manual Therapy, 14(5), 531–538.

Çelik, D., & Kılınç, F. (2020). Fizyoterapi öğrencilerinin manuel terapiye yönelik bilgi düzeyleri ve tutumlarının değerlendirilmesi. Türkiye Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, 31(2), 101–108.

Cook, C., Learman, K., Showalter, C., O'Halloran, B., & Goode, A. (2006). Early use of thrust manipulation versus non-thrust manipulation: A randomized clinical trial. Manual Therapy, 11(2), 106–111.

Fernández-de-Las-Peñas, C., Cleland, J. A., & Dommerholt, J. (2015). Manual therapy for musculoskeletal pain syndromes: An evidence- and clinical-informed approach. Elsevier Health Sciences.

Furlan, A. D., Imamura, M., Dryden, T., & Irvin, E. (2012). Massage for low-back pain. The Cochrane Database of Systematic Reviews, (4), CD001929.

Miller, J. A., Thompson, K., & Carey, L. M. (2024). Effects of manual therapy for chronic cervical pain: A meta-analysis. Journal of Manual and Manipulative Therapy. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38627846/

Navarro-Ledesma, S., Martínez-Payá, J. J., Sánchez-Milá, Z., & Gómez-Martínez, M. (2022). Patient-reported outcomes and beliefs regarding manual therapy: A qualitative study. International Journal of Osteopathic Medicine, 43, 101102.

Quintana-Sánchez, M. A., Estebanez-de-Miguel, E., Pérez-Mármol, J. M., & Martínez-López, E. (2023). Effects of manual therapy on temporomandibular joint dysfunction: A randomized controlled trial. Healthcare, 11(4), 837. https://www.mdpi.com/2227-9032/11/4/837

Souza, J. P., Lopes, M. D. S., Oliveira, V. M., Lima, B. A. P., & Fernandes, L. B. (2023). Efficacy of manual therapy approaches on pain and function in carpal tunnel syndrome: A systematic review. Life, 13(2), 292. https://www.mdpi.com/2075-1729/13/2/292

Woolf, A. D., & Pfleger, B. (2003). Burden of major musculoskeletal conditions. Bulletin of the World Health Organization, 81, 646–656.

Zhang, Y., Wang, Z., & Li, T. (2023). Physical therapist awareness of diagnostic imaging referral: A national survey. BMC Health Services Research, 23, 114. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38130076/

INVESTIGATION OF STUDENT VIEWS ON POLYGON TEACHING IN INQUIRY-BASED LEARNING ENVIRONMENTS

SORGULAMA TEMELLI ÖĞRENİM ORTAMLARINDA ÇOKGEN ÖĞRETİMİNE İLİŞKİN ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

Zeynep TOK
Institute of Educational Sciences, Bursa Uludag University, Bursa, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5244-0321

Prof. Dr. Çiğdem ARSLAN
Faculty of Education, Department of Mathematics Education, Bursa Uludag University, Bursa, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7354-8155

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the opinions of 10th-grade students regarding the teaching process of the polygon topic within inquiry-based learning environments. Inquiry-based instruction is based on enabling students to construct their own arguments, identify mathematical inferences, relate the obtained inferences, and analyze and evaluate results. A case study design, one of the qualitative research methods, was adopted in the study. The study group of the research consists of 17 students enrolled in the 10th grade of a public high school in the province of Bursa during the 2024–2025 academic year. Participants were selected using the convenience sampling method. In the data collection process, activity sheets and structured interview forms were used. The activity sheets were designed to stimulate students' thinking within the framework of inquiry-based instruction. Two separate lesson plans were developed to demonstrate the applicability of the inquiry-based teaching approach to the polygon topic. These lesson plans were prepared in accordance with the Inquiry-Based Education Planning Cycle. After the implementation of the lesson plans, students were given structured interview forms to collect their opinions. The interview form included eight questions. These questions consist of items that cover the stages of the inquiry-based education planning cycle, including the process itself as well as the phases of creation, sharing, and evaluation. During the data collection process, inquiry-based activities were implemented with students. Each lesson plan was carried out over two class periods (80 minutes). In the analysis of the structured interview forms prepared in line with the inquiry-based teaching process, the content analysis method was used. As a result of the findings, students' opinions were grouped under six themes: meaningful and lasting learning, student-centered approach, affective contributions, cognitive contributions, change in perception, and challenges and barriers. The findings of this study indicate that inquiry-based instruction is effective in conceptual understanding, that students take an active role in lessons, that motivation and self-confidence increase, that it provides opportunities to explore different solution paths, and that students' perceptions toward mathematics changed positively.

Keywords: Inquiry-based mathematics instruction, polygon concept, high school students.
ÖZET

Bu çalışmanın amacı, 10. sınıf öğrencilerinin sorgulama temelli öğrenme ortamlarında çokgen konusunun öğretim sürecine dair görüşlerinin incelenmesidir. Sorgulama temelli öğretim öğrencilerin kendi argümanlarını oluşturmasına, matematiksel çıkarımları belirlemeye, elde edilen çıkarımları ilişkilendirmeye ve sonuçları çözümleyip değerlendirmeye dayanmaktadır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni benimsenmiştir. Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim öğretim yılında Bursa ilindeki bir devlet lisesinin 10. sınıfında öğrenim gören 17 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmanın katılımcıları kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmanın veri toplama sürecinde etkinlik kağıtları ve yapılandırılmış görüşme formlarından yararlanılmıştır. Etkinlik kağıtları sorgulama temelli eğitim çerçevesinde öğrencilerin düşüncelerini harekete geçirmek amacıyla hazırlanmıştır. Sorgulama temelli öğretim yaklaşımının çokgen konusuna uygulanabilirliğini ortaya koymak amacıyla iki ayrı ders planı geliştirilmiştir. Ders planları hazırlanırken Sorgulama Temelli Eğitim Plan Döngüsü dikkate alınarak hazırlanmıştır. Ders planlarının uygulanması sonrasında öğrencilere yapılandırılmış görüşme formaları dağıtılarak görüşleri alınmıştır. Görüşme formunda sekiz adet soru bulunmaktadır. Bu sorular sorgulama temelli eğitim plan döngüsündeki süreç, oluşturma, paylaşım ve değerlendirme aşamalarını içeren sorulardan oluşmaktadır. Veri toplama sürecinde Sorgulama Temelli Etkinlikler öğrencilere uygulanmıştır. Her bir ders planı iki ders saati içinde uygulanmıştır. Sorgulama temelli öğretim sürecine uygun olarak hazırlanan görüşme formunun analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda öğrencilerin görüşleri altı temada toplanmıştır. Bu temalar; anlamlı ve kalıcı öğrenme, öğrenci merkezli yaklaşım, duyuşsal katkılar, bilişsel katkılar, algı değişimi ve zorluk ve engeller şeklindedir. Bu çalışmanın sonucunda sorgulama temelli öğretimin kavramsal anlamada etkili olduğu, öğrencilerin derste aktif rol aldığı, motivasyonun ve özgüvenin arttığı, farklı çözüm yollarını keşfetme imkanı sağladığı ve matematik dersine karşı algılarında olumlu anlamda değişiklik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

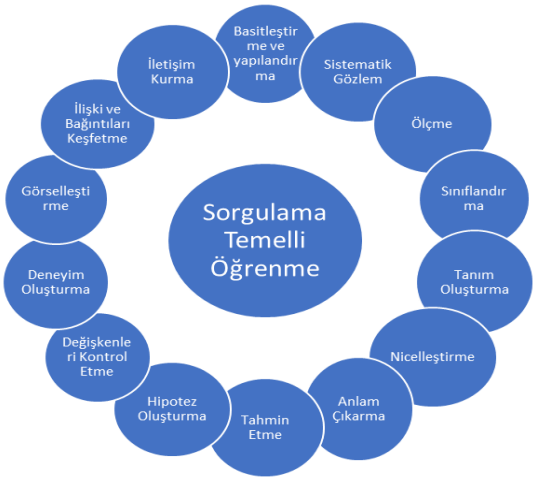
Anahtar Kelimeler: Sorgulama temelli matematik öğretimi, çokgen kavramı, lise öğrencileri.

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte artık bilgiye ulaşmanın önemini yitirdiği, bilginin doğru bir şekilde kullanılıp beceriye dönüşmesi önem kazanmıştır. Eğitim tarihinde en büyük paradigma değişiminin eğitimin amacının öğrenme yerine düşünme şeklinde tasarlanması olmuştur. John Dewey, gündelik yaşam içerisinde düşünmenin doğal sürecinin problem çözme çabalarının bir araya getirilmesi olarak ifade etmekte, eğitimi tüm insanlara özgü yanılabilir düşünme sürecinin gelişme ve anlam üreten bir şekilde güçlendirilmesi olarak görmektedir (Lipman, 2010). Matematik eğitimi sürecinde ise öğrenciye sunulan bilginin öğrenci tarafından alınıp kullanılmasından ziyade öğrencinin varsayımları değerlendirmesi, çıkarımlar yapması ve argümanlar sunmasını içeren aktif bir süreç olduğu belirtilmektedir (National Council of Teacher of Mathematics [NCTM]-Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi, 2000). Bu süreçte öğrenciler farklı düşünme becerilerinden faydalanarak bilgileri kullanıp sonuca ulaşmaya çalışırlar. Araştırmacılar öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla matematik eğitiminin niteliğini arttırılması için öğretim yaklaşımlarını incelemektedirler (Lederman & Allison, 2013). Araştırmalar etkili matematik öğretiminde belirtilen standartlara sahip öğrencileri yetiştirmek amacıyla kullanılan modellerden birinin sorgulama temelli eğitim yaklaşımı olduğu ifade etmektedirler (Hakkinen vd., 2017).

Sorgulama temelli öğrenme (STÖ), birçok araştırmacı tarafından tanımlanmıştır. Beyer (1971) zihinsel işlemleri deneyimlerle birleştirerek anlamayı gerektirmek için bir arayış şeklinde tanımlamaktadır. Entwistle (1988), öğrencinin öğrenmeye karşı derin bir yaklaşım geliştirmesi için sorgulamanın bütünleştirici olduğunu belirtmiştir. Kuhn, Black, Keselman ve Kaplan

(2000) sorgulamanın amacının öğrencilerde hedef belirlemek ve olaylardaki sebep sonuç ilişkisinin farkına varılarak, kavranması olduğunu ifade etmişlerdir. STÖ yaklaşımının benimsendiği ortamlarda öğrencilere kendi gerekçelendirmelerini oluşturmada, matematiksel çıkarımlar belirlemede, elde edilen bilgileri ilişkilendirmede, sonuçları çözümleyip değerlendirmede öğretmenleri tarafından yol gösterilir (Dorier & Maass, 2014). Sorgulama temelli eğitimin genel olarak tek bir tanımı olmasa da ortak temel unsurlar bulunmaktadır (PRIMAS, 2011). STÖ ile gerçekleştirilen bir eğitimde öğrenciler, karmaşık problemleri basitleştirme ve yapılandırma, sistematik gözlem yapma, ölçme, sınıflama, tanımlar oluşturma, nicelleştirme, anlam çıkartma, tahminlerde bulunma, araştırdıkları problemler hakkında hipotezler oluşturma, değişkenleri kontrol etme, deneyimleme, görselleştirme, ilişki ve bağıntıları keşfetme, iletişim kurma gibi çeşitli bilgileri oluşturmaya başlar (PRIMAS, 2011).



Şekil.1 Sorgulama Temelli Öğrenme (PRIMAS, 2011)

STÖ yaklaşımının bir öğretim ve öğrenim yöntemi şeklinde değil, toplam eğitim stratejisi olarak düşünülmesi gerektiği ifade edilmektedir (Barret vd., 2005). Yaklaşım öğrenmenin temel taşını oluşturmakta ve gerçekleştirilen uygulamaların artması ile özgüveni düşük öğrencilerin başarılarının ve özgüvenlerinin artacağı düşünülmektedir (European Commission, 2007; Rocard M., vd 2007). STÖ öğretimi ile öğrencilerin konuya ilgi ve tutumları üzerinde olumlu yönde etkilerinin olacağı, matematik dersinin daha heyecan verici ve ilginç hale getireceği, araştırma süreçlerini yürütebilecekleri ve bilimsel bilgiyi anlayıp daha iyi kavrayacakları belirtilmektedir (Bruder ve Prescott, 2013; Walker, 2007; NRC, 1996).

Geometri kişilerin sorgulama ve akıl yürütme becerilerini geliştiren, günlük yaşamda birçok kullanım alanı olmasıyla birlikte çevreyi tanımayı sağlayan bir bilim dalıdır (Baykul, 2002). NCTM (2000), geometrinin bireylerin problem çözme, eleştirel düşünme, akıl yürütme ve üst düzey düşünme becerileri gibi becerilerini geliştirdiğini belirtmektedir. Geometrik kavramların öğretilmesi önem taşımaktadır. Çokgen konusu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; Göktürk Özdemir'in (2018) ve Rukiye Eda vd. (2018) öğretmenler ile gerçekleştirdiği çalışmalarında, bazı öğretmenlerin çokgenlerle ilgili formüllerin ve özelliklerin altında yatan nedenleri mantıksal gerekçe ile ifade edemedikleri, formülleri ezberlediklerini belirtmiştir. Kartal (2017) öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmasında çokgen konusu ile ilgili bilgilerini irdelemiştir. Öğretmen adayları tanım bilmeyi gerektiren sorulara cevaplar verebilmiş, bilgi işlemsel sorularda cevapları bilseler dahi nedenini açıklayamamışlardır. Cannon vd. (2021) ortaokul öğrencilerinin çokgenlerin kavram imgeleri üzerine incelemelerde bulunmuştur. Farklı temsil biçimleriyle ele alınan çokgen görüntülerinin olmadığı ve çokgen konusunda kalıcı ve somut öğrenmeler yapamadığı ifade etmiştir.

Çalışmalar incelendiğinde çokgen kavramının öğretiminde kalıcı ve anlamlı öğrenmeler gerçekleştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. STÖ, ülkemizde daha çok fen alanındaki

çalışmalarda görülmektedir. Geometri alanındaki araştırmalar daha kısıtlı kalmaktadır. STÖ yaklaşımı ile çokgen kavramının öğretilmesi öğrencilerin anlamlı ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştireceği düşünülmektedir. Alanyazın incelendiğinde STÖ yaklaşımı ile çokgen kavramının öğretimini gerçekleştiren çalışmalara rastlanmamıştır. Bu açıdan araştırma önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, 10. Sınıf öğrencilerinin sorgulama temelli öğrenim ortamlarında çokgen konusunun öğretiminde öğretme- öğrenme sürecine dair görüşlerinin ortaya çıkarılması şeklindedir. Bu kapsamda çalışmanın problemi, "Sorgulama temelli öğrenme ortamlarında çokgen konusuna ilişkin öğrenci görüşleri nasıldır?" şeklindedir.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinden olan durum çalışması deseni ile yürütülmüştür. Durum çalışması, gerçek yaşam içerisinde araştırmacının güncel bir durumda veya belli bir zaman diliminde çoklu sınırlandırılmış sistemler hakkında çoklu bilgi kaynakları aracılığıyla derinlemesine bilgi topladığı, bir durumu betimlediği nitel bir yaklaşımdır (Creswell, 2013). Çalışma öğrencilerin çokgen konusunu sorgulama temelli etkinlikler aracılığıyla öğretilmesine dair öğrencilerin görüşlerini incelediği bu çalışma, sınırlı bir konu ve öğrenci grubu ve sorgulama temelli öğretimin etkililiğini incelediği için durum çalışması yöntemi kullanılmıştır.

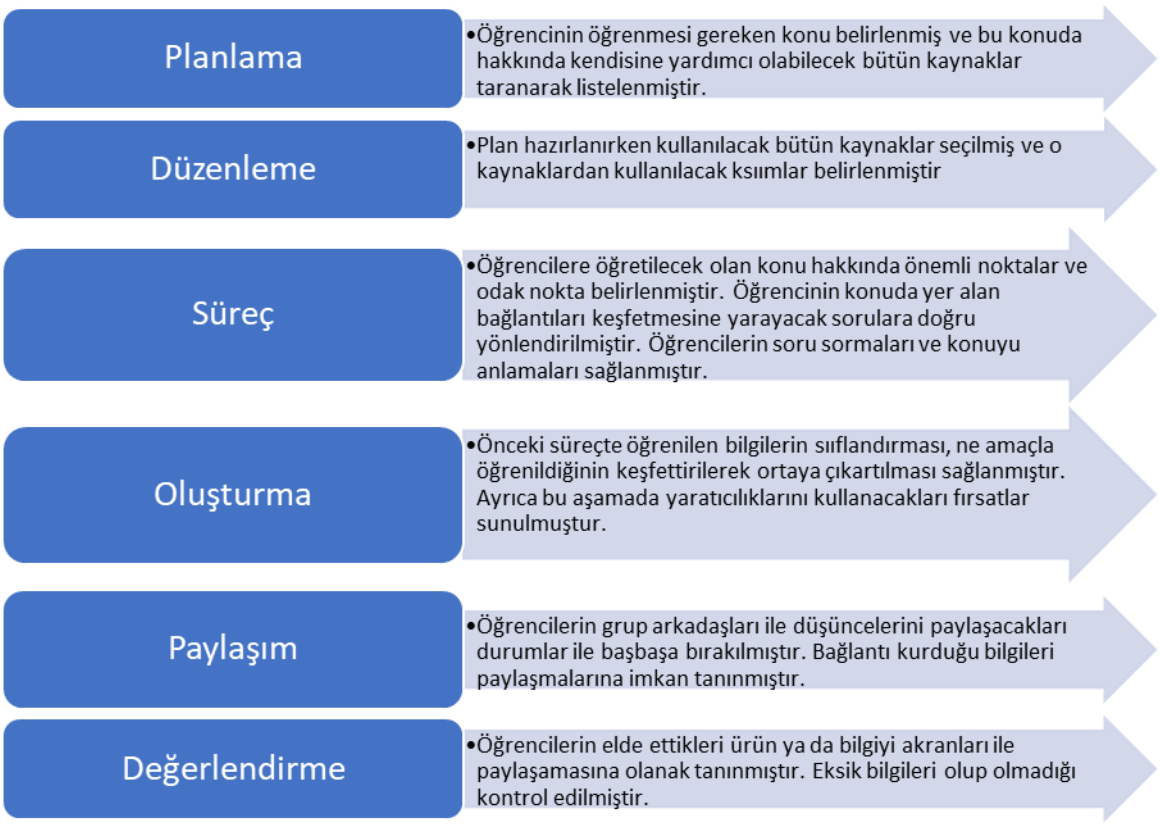
Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını Bursa ilinde bir devlet Anadolu lisesinin 2024- 2025 eğitim öğretim yılı 10. sınıfta öğrenim görmekte olan öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırma 17 kişi ile yürütülmüştür. Çalışmanın katılımcıları belirlenirken kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi zaman, konum gibi koşullara göre elverişlilik durumlarına uygun olarak örneklem seçilmesidir (Canbazoğlu Bilici, 2019). Araştırmacı öğrencilerin matematik branşı öğretmeni olduğu için kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın 10. sınıf öğrencileri ile yürütülmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yönteminde çalışmada cevap aranan sorulara yol gösterecek zengin durumlara odaklanılmaktadır (Patton, 2014). Bu çalışmada ortaöğretim öğrencileri ilk defa 10. Sınıf düzeyinde çokgen konusunu görmektedirler. Bu nedenle çalışma grubunun 10. Sınıf öğrencilerinden oluşması ölçütü tanımlanmıştır.

Veri Toplama Aracı

Çalışmanın verileri yapılandırılmış görüşme formu aracılıyla toplanmıştır. Öğrencilere çokgen konusunu sorgulama temelli öğretim yaklaşımı ile uygulamak için iki tane ders planı hazırlanmıştır. Ders planları Sorgulama Temelli Eğitim Plan Döngüsü dikkate alınarak hazırlanmıştır. Etkinlikler öğrencilerin sorgulama temelli öğretime dair düşünme süreçlerini harekete geçirmek için tasarlanmıştır. Ders planlarının uygulanması sonrasında öğrencilerin yapılandırılmış görüşme formaları aracılığıyla görüşleri alınmıştır. Görüşme formunda sekiz adet soru bulunmaktadır. Bu sorular etkinlik sürecindeki sorgulama temelli eğitim plan döngüsündeki süreç, oluşturma, paylaşım ve değerlendirme basamaklarındaki görüşlerini içerecek şekildedir.



Şekil.2 Sorgulama Temelli Bir Eğitimin Oluşturulma Aşamaları

Veri Toplama Süreci ve Veri Analizi

Veri toplama sürecinde Sorgulama Temelli Etkinlikler öğrencilere uygulanmıştır. Her bir ders planı 2 ders saati (80 dk) içinde uygulanmıştır. Derse giriş sorusu ile başlanmış ve öğrencilere etkinlikler dağıtılmıştır. Etkinlikler bireysel olarak öğrenciler tarafından uygulanmıştır. Etkinlik sonrasında ders planı doğrultusunda süreç, oluşturma, paylaşım kısımlarında öğrencilere sorular yöneltilip çokgen kavramı ile ilgili bağıntıları kurmaları istenmiştir. Planın son bölümü olan değerlendirme kısmında sınıf içinde tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin bilgiyi arkadaşları ile paylaştığı, kavramları oluşturma sürecinde kendi sürecini paylaştığı bir ortam oluşturulmuştur.

Sorgulama temelli öğretim sürecine uygun olarak hazırlanan görüşme formunun analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi verileri birbirleriyle ilişkilendirerek belirli kategori ve tema çerçevesinde düzenlenerek yorumlama olanağı sağlamaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2011; Creswell, 2013).

BULGULAR

Bu çalışmada incelenen problem, "Sorgulama temelli öğrenme ortamlarında çokgen konusuna ilişkin öğrenci görüşleri nasıldır?" şeklindedir. Bu bağlamda öğrencilerin matematik dersinde gerçekleştirilen sorgulama temelli öğrenme yaklaşımı ile ilgili görüşlerinin analizi bulgular kısmında sunulmuştur.

Öğrencilere sorulan görüşme formundaki soruların analizi sonucunda temalar ve kodlar oluşturulmuştur. Elde edilen bulgular sonucunda; anlamlı ve kalıcı öğrenme, öğrenci merkezli yaklaşım, duyuşsal katkılar, bilişsel katkılar, algı değişimi ve zorluk ve engeller temaları elde edilmiştir. Bu temalara ait kodlar, frekans ve öğrenci kodları Tablo.1, Tablo.2, Tablo.3, Tablo.4, Tablo.5 ve Tablo.6' da verilmiştir.

Tablo 1. Anlamlı ve kalıcı öğrenme temasına ait kodlar ve frekans

Tema	Kod	Frekans	Öğrenci Kodları
Anlamlı ve Kalıcı Öğrenme	Kalıcılık	9	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö12, Ö16
	Kavramsal Anlama	7	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö13, Ö10,
	Mantıksal Öğrenme	7	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6, Ö10, Ö13, Ö16
	Bilgiler Arası Bağ	3	Ö10, Ö11, Ö13
	Yaparak- Yazarak Öğrenme	9	Ö1, Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö16

Tablo 2. Öğrenci merkezli yaklaşım temasına ait kodlar ve frekans

Tema	Kod	Frekans	Öğrenci Kodları
Öğrenci Merkezli Yaklaşım	Aktif Katılım	14	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17
	Sorgulama ve Keşfetme	7	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6, Ö13, Ö15, Ö16
	Öğrenci Rolünde Değişim	6	Ö1, Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10
	Katılım ve Sorumluluk	4	Ö11, Ö13, Ö15, Ö17
	Etkileşim ve İş Birliği	4	Ö8, Ö11, Ö13, Ö17

Tablo 3. Duyuşsal katkılar temasına ait kodlar ve frekans

Tema	Kod	Frekans	Öğrenci Kodları
Duyuşsal Katkılar	Motivasyon ve Özgüven	10	Ö1, Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17
	Memnuniyet	8	Ö2, Ö6, Ö8, Ö10, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17
	İlgi, Eğlence ve Dikkat	7	Ö2, Ö4, Ö6, Ö10, Ö13, Ö15, Ö16

Tablo 4. Bilişsel katkılar temasına ait kodlar ve frekans

Tema	Kod	Frekans	Öğrenci Kodları
Bilişsel Katkılar	Derinleşme, Eleştirel Yaklaşım	8	Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15
	Farklı Çözüm Yolları Görme	5	Ö1, Ö3, Ö8, Ö11, Ö13

Tablo 5. Algı değişimi temasına ait kodlar ve frekans

Tema	Kod	Frekans	Öğrenci Kodları
Algı Değişimi	Matematiğe Bakışın Değişmesi	6	Ö6, Ö8, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17
	Güven Artışı	7	Ö6, Ö10, Ö13, Ö17

Tablo 6. Zorluk ve engeller temasına ait kodlar ve frekans

Tema	Kod	Frekans	Öğrenci Kodları
Zorluk ve Engeller	Zorlukla Karşılaşma	8	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö10, Ö11, Ö13, Ö16
	Çekingenlik- Moral Etkisi	3	Ö7, Ö9, Ö15
	Olumsuz- Eleştirel Görüş	2	Ö5, Ö14

SONUÇ ve TARTIŞMA

Sorgulama temelli öğretim ortamlarında çokgen konusunun öğretimini içeren bu çalışmada öğrencilerin görüşleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda öğrencilerin sorgulama temelli öğretim ortamlarında öğrenmelerinin kalıcılığını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu durum Primas'ın (2011) sorgulama temelli eğitimin öğrencilerin anlamlı öğrenmeler gerçekleştireceği ifade ile örtüşmektedir. Öğrencilerin sorgulama etkinlikleri yolu ile gerçekleştirdikleri matematik dersinde daha aktif rol oynadıklarını, kendi öğrenme sorumluluklarını aldığını, sorgulama sürecini gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilere soru sorulması ve soru sorulmasına teşvik edilmesi ders sürecinde etkileşimi arttırmıştır.

Sorgulama temelli öğretimin, öğrencilerin matematik dersine karşı ilgisini arttırdığı, motivasyonu ve özgüveni sağladığı belirlenmiştir. Öğrencilerin bu görüşleri sorgulama temelli gerçekleştirilen çalışmalar ile uyumlu sonuçlar vermektedir (Bruder ve Prescott, 2013; Walker, 2007; NRC, 1996). Çokgen konusunu ele alan bu çalışmada, öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri gerçekleştirdiği, çokgenlere ait formül ve bağıntılar arasındaki ilişleri kendileri oluşturarak anlamlı ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirmişlerdir. Bu bağlamda geometrinin diğer konularında ve matematik dersi içerisinde sorgulama temelli öğretimin önemli bir yaklaşım olduğu ve öğrencilerin matematik dersine karşı olumlu bir algı değişimi yaşadığı söylenebilmektedir.

KAYNAKÇA

Barrett, T., Mac Labhraiin, I., & Fallon, H. (2005). Handbook of enquiry & problem Based Learning. Galway: CELT. http://www.nuigalway.ie/celt/pblbook/

Baykul, Y. (2002). *İlköğretimde matematik öğretimi: 6.-8. sınıflar için*. Pegem A. Yayıncılık.

Bruder, R., & Prescott, A. (2013). Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education, 45*(6), 811–822. https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-013-0542-2

Cannon, M. N., Vomvoridi-Ivanovic, E., & Ellerbrock, C. R. (2021). Young Adolescents' Opportunity to Develop Concept Images of Polygons in Middle School Mathematics Textbooks. In ProQuest Dissertations and Theses. https://www.proquest.com/dissertations-theses/young-adolescents-opportunity-developconcept/docview/2516753662/se-2

Dorier, J., & Maaß, K. (2014). *Inquiry based mathematics education*. Encyclopedia of Mathematics education (s. 300-304). Springer

European Commission. (2007). *Progress report 31 March 2007 on the modernization of the accounting system of the European Commission.*

Hakkinen, P., Jarvela, S., Makitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Naykki, P., & Valtonen, T. (2017). Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching, 23*(1), 25-41.

Gökkurt Özdemir, B. (2018). Matematik Öğretmenlerinin Çokgenler Konusundaki Matematiksel Formüller Ve Özelliklere İlişkin Kavramsal Anlamaları. *Çukurova I.*

Uluslararasi Multidisipliner Çalişmalar Kongresi Tam Metin Bildiri. 13-16 Aralık 2018 Adana/TÜRKİYE
Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 1*(3), 138–147.
Lipman, M. (2010). *Philosophy goes to school*. Temple University Press.
Kartal, E. (2017). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarinin teknolojik pedagojik alan bilgisi gelişimlerinin incelenmesi: çokgenler örneği*. (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi.
Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and Instruction, 18*(4), 495-523.
NRC. (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, VA: Author
Primas (2011). *Promoting inquiry in mathmatics and science education across Europe. Professional Development Providers (Guide for).* 31 March, Version 1. 1-72. Erişim adresi(07.12.2015):http://www.primasproject.eu/servlet/supportBinaryFiles?referenceId=2&supportId=1300
Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo V. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Brussels: Directorate-General for Research, Science, Economy and Society, European Commission.
Rukiye Eda, D., Samira, D., & Ontunç, K. (2018). Matematik Öğretmenlerinin Çokgenler Konusundaki Matematiksel Formüller ve Özelliklere İlişkin Kavramsal Anlamaları. www.iksadkongre.org
Walker, M. (2007). Teaching inquiry based science. LaVergne, TN: Lightning Source

EFFECTS OF $ZNSO_4$ APPLICATIONS ON THE GROWTH PARAMETERS OF CANOLA (*BRASSICA NAPUS* L.)

$ZNSO_4$ UYGULAMALARININ KANOLA (*BRASSİCA NAPUS* L.) BİTKİSİNİN BÜYÜME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Doç. Dr. Vedat BEYYAVAŞ

Harran University, Agriculturel Faculty, Field Crops Department, Sanliurfa, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6516-9403

ÖZET

Bu çalışma, farklı konsantrasyonlardaki çinko sülfat ($ZnSO_4$) uygulamalarının kanola bitkisinin morfolojik gelişim parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün kontrollü sera koşullarında yürütülmüştür. Denemede 5 kg kapasiteli saksılar kullanılmış olup, dört farklı uygulama grubu oluşturulmuştur: çinko uygulanmayan kontrol grubu, 0.25%, 0.50% ve 0.75% $ZnSO_4$ konsantrasyonları. Tüm gruplara üre gübresi (15 kg N da-1) eşit miktarda uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, $ZnSO_4$ uygulamalarının tüm konsantrasyonlarında kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) büyüme artışları gözlenmiştir. En dikkat çekici sonuçlar 0.50% $ZnSO_4$ uygulamasında elde edilmiş olup, bu grupta ortalama bitki boyu 12.2 cm'den 18.6 cm'ye (%52.5 artış), kuru ağırlık 21.14 g'dan 36.94 g'a (%74.8 artış) ve yaş ağırlık ise 0.41 g'dan 2.67 g'a (%550 artış) yükselmiştir. 0.75% uygulamasında ise yaş ağırlıkta gözlenen hafif düşüş, yüksek çinko konsantrasyonlarının olası fitotoksik etkilerine işaret etmektedir. Bu çalışma, kanola yetiştiriciliğinde optimal çinko uygulama dozunun belirlenmesi açısından önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Özellikle 0.50% $ZnSO_4$ uygulamasının hem bitki gelişim parametreleri hem de verim potansiyeli açısından en uygun konsantrasyon olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, mikro besin elementlerinin doğru dozlarda kullanımının bitki verimliliği üzerindeki kritik rolünü ortaya koyması açısından tarımsal uygulamalara önemli katkılar sağlayabilecek niteliktedir.

Anahtar kelimeler: Kanola, Çinko, Agronomi, Bitki gelişimi

ABSTRACT

This study was conducted under controlled greenhouse conditions at the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Harran University, with the aim of determining the effects of zinc sulfate ($ZnSO_4$) applications at different concentrations on the morphological growth parameters of canola plants. Pots with a capacity of 5 kg were used in the experiment, and four different treatment groups were established: an untreated control group and $ZnSO_4$ concentrations of 0.25%, 0.50%, and 0.75%. Urea fertilizer (15 kg N da^{-1}) was applied in equal amounts to all groups. According to the research results, statistically significant ($p<0.05$) increases in growth were observed in all $ZnSO_4$ treatments compared to the control group. The most remarkable results were obtained in the 0.50% $ZnSO_4$ treatment, where the average plant height increased from 12.2 cm to 18.6 cm (a 52.5% increase), dry weight increased from 21.14

g to 36.94 g (a 74.8% increase), and fresh weight increased from 0.41 g to 2.67 g (a 550% increase). The slight decrease observed in fresh weight at the 0.75% concentration indicates the possible phytotoxic effects of high zinc concentrations. This study has revealed important findings in terms of determining the optimal zinc application dose in canola cultivation. In particular, the 0.50% $ZnSO_4$ treatment was identified as the most suitable concentration in terms of both plant growth parameters and yield potential. The findings obtained are of significant value in terms of contributing to agricultural practices by demonstrating the critical role of using micronutrients at proper doses in enhancing plant productivity.

Key words: Canola, Zinc, Agronomy, Plant growth

Introduction

Nutrient management practices aimed at improving yield and quality in crop production are among the most important research topics in modern agriculture. Zinc (Zn) is a micronutrient with a critical role in plant physiology due to its catalytic, structural, and regulatory functions (Marschner, 2012). Zinc deficiency is observed in approximately 30% of the world's agricultural soils, while in Turkey this rate can reach up to 50% (Alloway, 2008; Eyüpoğlu et al., 1994). Canola (Brassica napus L.) is a strategic crop ranked third in global oilseed production (FAOSTAT, 2021). According to 2022 data, canola is cultivated on approximately 400,000 decares of land in Turkey (TUIK, 2022). The presence of 40–45% oil and 18–25% protein in canola seeds makes this plant valuable for both human nutrition and animal feed (Zhou et al., 2016).

Zinc plays roles in various physiological processes in plants. It is a component of the enzyme carbonic anhydrase, which is involved in carbohydrate metabolism (Badger and Price, 1994). It also has important functions in protein synthesis, oxidative stress defense mechanisms, and auxin biosynthesis (Hacisalihoglu and Kochian, 2003; Cakmak et al., 2000; Sadeghzadeh, 2013). Zinc deficiency in plants causes symptoms such as rosetting, shortened internodes, chlorotic spots, leaf deformations, and inhibited root development (Broadley et al., 2007; Alloway, 2008). Previous research has shown that zinc applications have significant effects on oilseed crops. Zinc fertilization has increased oil yield in sunflower by 15–20% (Hussain et al., 2018) and protein content in soybean by 8–12% (Poblaciones et al., 2016).

The main objective of this study is to determine the optimal zinc dose for canola under the conditions of the Harran plain. The effects of different zinc concentrations on the morphological parameters of canola will be quantitatively revealed, and the findings are expected to contribute to the development of a practical application guide for local farmers. The hypothesis of the study is that optimal zinc application will significantly enhance the growth parameters of canola plants, but these positive effects may decline at higher concentrations. This hypothesis is also supported by studies conducted on other plant species in the literature (Sadeghzadeh, 2013).

Materials and Methods

This study was carried out under controlled greenhouse conditions at the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Harran University. The experiment was conducted using plastic pots with a capacity of 5 kg, filled with soil collected from the Harran Plain. The study included four treatment groups: a control group with no zinc application, and three groups with zinc sulfate ($ZnSO_4$) applied at concentrations of 0.25%, 0.50%, and 0.75%. Zinc was supplied in the form of zinc sulfate ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), dissolved in water and applied as a soil drench. All treatments received an equal amount of nitrogen fertilizer in the form of urea, at a rate

equivalent to 15 kg N da^{-1}. No other micronutrients were applied during the experimental period.

Canola (Brassica napus L.) seeds were sown directly into the pots, and thinning was done after emergence to leave one uniform seedling per pot. The pots were arranged in a completely randomized design with three replications for each treatment. Throughout the experiment, irrigation and other cultural practices were applied uniformly across all treatments to maintain optimal growing conditions. At the end of the growing period, the following morphological parameters were measured: plant height (cm), plant fresh weight (g), and plant dry weight (g). Fresh weight was recorded immediately after harvesting, while dry weight was determined after drying the plant samples in an oven at 65 °C until constant weight.

Data obtained from the experiment were subjected to analysis of variance (ANOVA) using appropriate statistical software. Mean comparisons were performed using the LSD (Least Significant Difference) test at a 5% significance level ($p<0.05$).

Results

In this study, the effects of different zinc (Zn) doses on plant growth were evaluated. The treatments were applied in four different Zn concentrations: 0% (control), 0.25%, 0.50%, and 0.75%. Plant height, plant dry weight, and plant fresh weight were the main morphological parameters examined.

When plant height values were analyzed, it was observed that zinc applications caused a significant increase compared to the control group (Table 1).

Table 1. Effects of Zn applications on plant growth parameters

Treatments	Plant Height	Plant dry weight (g)	Plant fresh weight (g)
Control	12,2	21,14	0,41
0.25%	18,2	32,5	1,8
0.50%	18,6	36,9	2,7
0.75%	19,8	34,9	2,2

In the control group, the average plant height was measured as 12.2 cm, while this value increased to 18.2 cm with the 0.25% Zn application. At the 0.50% Zn dose, plant height was recorded as 18.6 cm, and the highest plant height value was measured as 19.8 cm in the 0.75% Zn treatment (Figure 1). These increases indicate that zinc plays a positive role in plant height development. The standard error values were 0.71 cm (control), 1.59 cm (0.25% Zn), 1.32 cm (0.50% Zn), and 1.35 cm (0.75% Zn), supporting the reliability of the data.

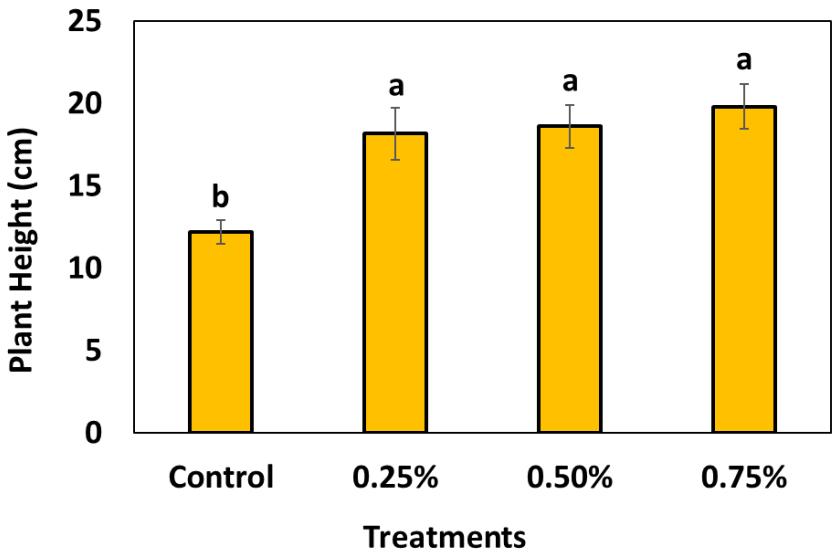


Figure 1. Effect of Zn treatments on plant height

Zinc applications also had a notable effect on plant dry weight (Table 1). The average dry weight in the control group was 21.14 g, which increased to 32.5 g with 0.25% Zn application and 36.9 g with 0.50% Zn (Figure 2). A slight decrease was observed at the 0.75% Zn dose, where dry weight was recorded as 34.9 g. These results indicate that the 0.50% Zn dose was the most efficient in terms of dry matter accumulation. The standard error values for this parameter were 0.76 g, 1.78 g, 0.83 g, and 1.93 g, respectively.

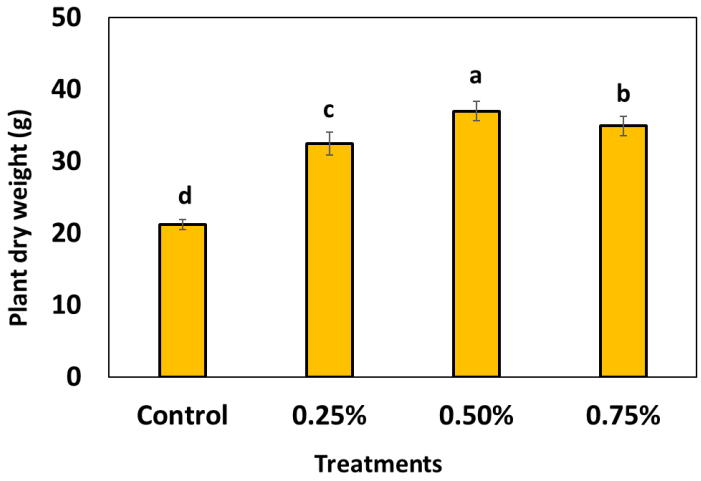


Figure 2. Effect of Zn treatments on plant dry weight

A similar increasing trend was observed in plant fresh weight (Table 1). In the control group, the average fresh weight was 0.41 g, which increased to 1.8 g with the 0.25% Zn treatment and reached 2.7 g with 0.50% Zn (Figure 3). In the 0.75% Zn application, fresh weight was measured as 2.2 g. The highest fresh weight value was obtained in the 0.50% Zn dose, suggesting that this concentration was also optimal in terms of water retention capacity and turgor development. The standard error values for this parameter were 0.10 g, 0.20 g, 0.23 g, and 0.20 g, respectively.

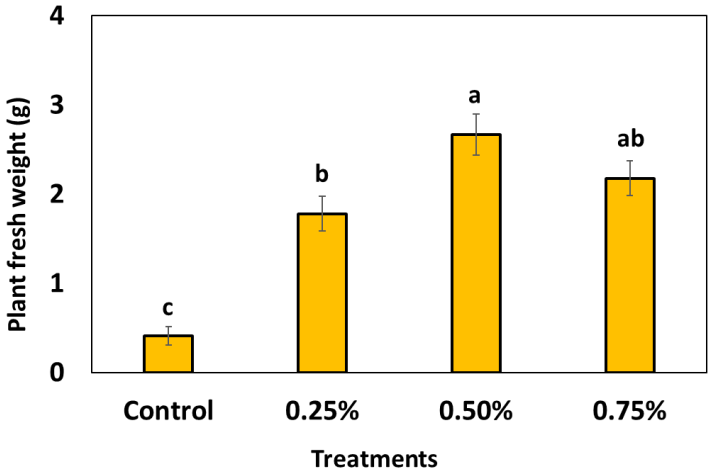


Figure 3. Effect of Zn treatments on plant fresh weight

Overall, Zn applications had positive effects on all growth parameters. Particularly, the 0.50% Zn dose resulted in the highest values in both fresh and dry weight, indicating that this dose is optimal for plant development. Although the highest plant height was achieved with the 0.75% Zn dose, a slight decline was observed in both fresh and dry weight, suggesting that higher Zn concentrations may have suppressive effects on yield parameters.

In conclusion, the effects of Zn on plant growth varied depending on the dose, with the 0.50% Zn dose emerging as the most effective treatment. These findings demonstrate that when applied in appropriate doses, zinc fertilization can enhance biomass accumulation and productivity in crop production.

References

ALLOWAY, B. J., 2008. Zinc in soils and crop nutrition. Brussels, Belgium: International Zinc Association (IZA).

BADGER, M. R., PRICE, G. D., 1994. The role of carbonic anhydrase in photosynthesis. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 45(1), 369–392.

BROADLEY, M. R., WHITE, P. J., HAMMOND, J. P., ZELKO, I., LUX, A., 2007. Zinc in plants. New Phytologist, 173(4), 677–702.

CAKMAK, I., WELCH, R. M., ERENOGLU, B., RÖMHELD, V., NORVELL, W. A., KOCHIAN, L. V., 2000. Influence of varied zinc supply on re-translocation of cadmium (109Cd) and rubidium (86Rb) applied on mature leaf of durum wheat seedlings. Plant and Soil, 219(1), 279–284.

EYUPOGLU, F., KURUCU, N., SANISA, U., 1994. Status of plant available micronutrients in Turkish soils. Soil and Fertilizer Research Institute Annual Report, Report No: 25–32.

FAOSTAT, 2021. Food and Agriculture Organization Statistics. Rome, Italy: FAO.

HACISALIHOĞLU, G., KOCHIAN, L. V., 2003. How do some plants tolerate low levels of soil zinc? Mechanisms of zinc efficiency in crop plants. New Phytologist, 159(2), 341–350.

HUSSAIN, A., ALI, S., RIZWAN, M., UR REHMAN, M. Z., JAVED, M. R., IMRAN, M., et al., 2018. Zinc oxide nanoparticles alter the wheat physiological response and reduce the cadmium uptake by plants. Environmental Pollution, 242, 1518–1526.

MARSCHNER, H., 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd Ed. London, UK: Academic Press.

POBLACIONES, M. J., RENGEL, Z., 2016. Soil and foliar zinc biofortification in field pea (Pisum sativum L.): Grain accumulation and bioavailability in raw and cooked grains. Food Chemistry, 212, 427–433.

SADEGHZADEH, B., 2013. A review of zinc nutrition and plant breeding. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 13(4), 905–927.

TÜİK, 2022. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Ankara, Türkiye: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK).

ZHOU, B., ELAZAB, A., BORT, J., SANZ-SÁEZ, A., NIETO-TALADRIZ, M. T., SERRET, M. D., ARAUS, J. L., 2016. Agronomic and physiological responses of Chinese facultative wheat genotypes to high-yielding Mediterranean conditions. The Journal of Agricultural Science, 154(5), 870–889.

SEED GERMINATION OF COTTON (*GOSSYPIUM HIRSUTUM* L.) UNDER ABIOTIC STRESS: A META ANALYSIS

Doç. Dr. Vedat BEYYAVAŞ

Harran University, Agriculturel Faculty, Field Crops Department, Sanliurfa, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6516-9403

Abstract

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is a crucial fiber crop globally; nonetheless, its seed germination and initial seedling establishment are significantly susceptible to abiotic stresses. This meta-analysis consolidates study outcomes from 71 peer-reviewed publications published from 2020 to 2024 to assess the impact of several abiotic stresses on seed germination of cotton and possible enhancement measures. Drought is the most widely researched stress (18.3% of studies), followed by seed priming methods (16.9%) and salt stress (15.5%). The data indicated a notable geographical concentration in research, with Türkiye, China, and Pakistan accounting for 71.8% of all publications. Diverse enhancement techniques, including seed priming, nanotechnology coatings, and biostimulants, have promising results for improving stress tolerance during seed germination. This thorough research offers evidence-based ideas for establishing resilient cotton production strategies under more demanding environmental circumstances.

Keywords: Cotton, seed germination, seed priming, abiotic stresses

Introduction

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is a vital economic crop globally (Basal et al., 2019; Khan et al., 2020) and supplies natural fiber for the textile industry and sustains millions of lives worldwide (Ahmad & Hasanuzzaman, 2020; Khan et al., 2020). The cultivation of cotton has increasing problems from climate change and environmental degradation (Jabran et al., 2019; Jans et al., 2021), since abiotic factors adversely affect seed germination and initial seedling establishment (Chen et al., 2021; Khalequzzaman et al., 2023). The germination stage is a crucial phase in cotton development, since stressed seedlings often demonstrate stunted growth, inadequate fruiting, and decreased economic yields (Reddy et al., 2017).

Abiotic stresses such as drought, salinity, temperature extremes, heavy metals, waterlogging, and radiation negatively affect seed germination in cotton through several physiological and biochemical processes. These stresses interfere with normal cellular functions, cause oxidative damage, modify hormonal equilibrium, and damage membrane integrity, eventually resulting in diminished germination rates and suboptimal seedling vigor (Chen et al., 2021; Malima et al., 2024; Sharif et al., 2019).

Understanding the mechanics of abiotic stress tolerance and developing appropriate mitigation measures has become crucial for sustainable cotton production. Recent developments in seed priming technologies, nanotechnology applications, and biostimulant treatments provide interesting ways to improve cotton seed germination under stress conditions (Celik, 2024a; Saud & Wang, 2022; Sharif et al., 2019).

This study was aimed at evaluating the effects of several abiotic stress factors on the germination and initial seedling development of cotton. The meta-analysis aims to synthesize data from seventy-one peer-reviewed studies published between 2020 and 2024 to thoroughly understand the effects of these stressors on cotton germination. Another significant objective was to evaluate the efficacy of various techniques for improvement for enhancing cotton's resilience to environmental stresses during germination.

Materials and Methods

This meta-analysis adhered to systematic review protocols, concentrating on peer-reviewed research published from January 2020 to December 2024. The search used several keywords such as "cotton seed germination," "abiotic stress," "drought stress," "salinity stress," "temperature stress," "heavy metal stress," "waterlogging," "seed priming," and "nanotechnology." The published papers were retrieved from Google Scholar, Scopus and Web of Science databases.

The inclusion criteria were peer-reviewed publications examining cotton seed germination under abiotic stress environments, studies assessing enhancement techniques, and research documenting quantitative germination variables. Exclusion criteria included non-peer-reviewed articles, studies only addressing biotic stress, and research not explicitly pertaining to *Gossypium hirsutum*.

Seventy-one papers fulfilled the inclusion criteria and were examined for stress type, geographical distribution, temporal trends, and enhancement techniques. Data extraction included documenting research location, stress type, treatment methodologies, germination parameters, and principal conclusions. The flow diagram of the methodology is presented in Figure 1.

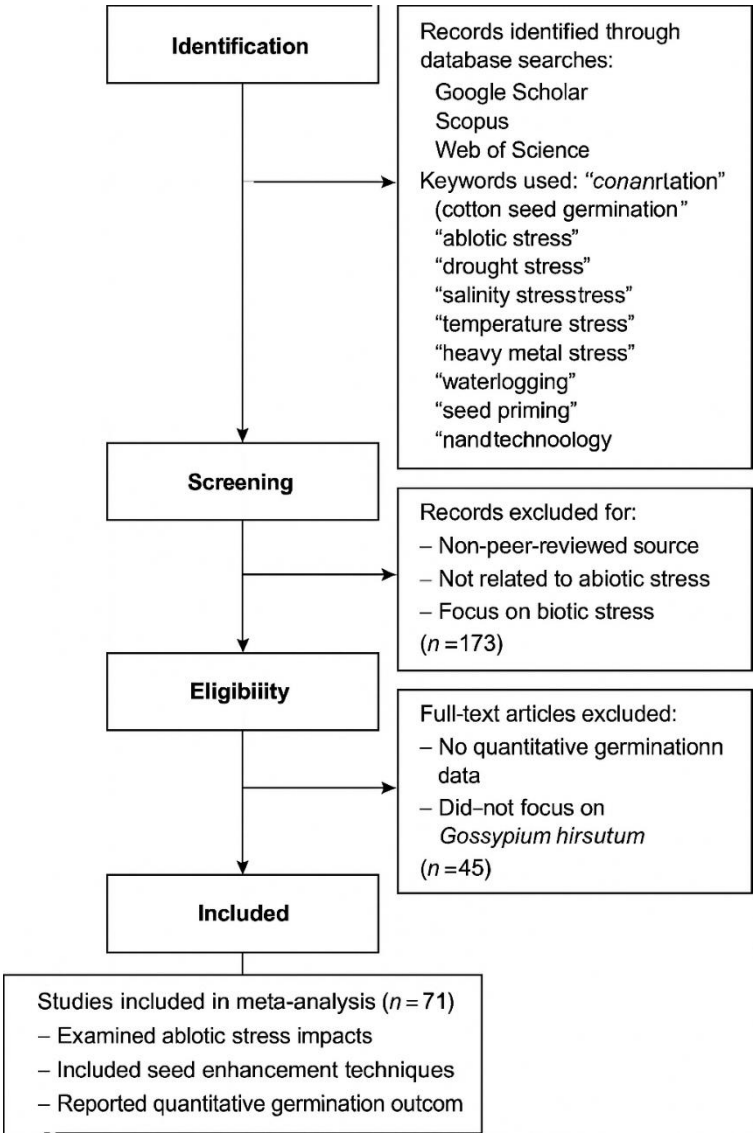


Figure 1. Flow diagram of the methodology used to perform meta-analysis

Results and Discussion

Distribution of Studies by Abiotic Stress Type

The study indicated considerable differences in research emphasis across several abiotic stress categories, with drought stress identified as the most widely investigated aspect, including 13 articles (18.3% of total publications) (Figure 2).

Research on drought stress mostly used polyethylene glycol (PEG) to mimic osmotic stress conditions, at concentrations between 10% and 20% PEG-6000. Results consistently demonstrated that drought stress significantly reduced germination percentage, delayed emergence, and weakened seedling vigor. The inhibitory effects have been attributed to limited water absorption, reduced enzyme activities, and altered metabolic activities. Research indicated that drought stress may decrease germination rates by 20-60%, dependent upon the degree and length of the stress exposure (Dong et al., 2023; Rehman et al., 2022; Shah et al., 2022; Singh et al., 2020).

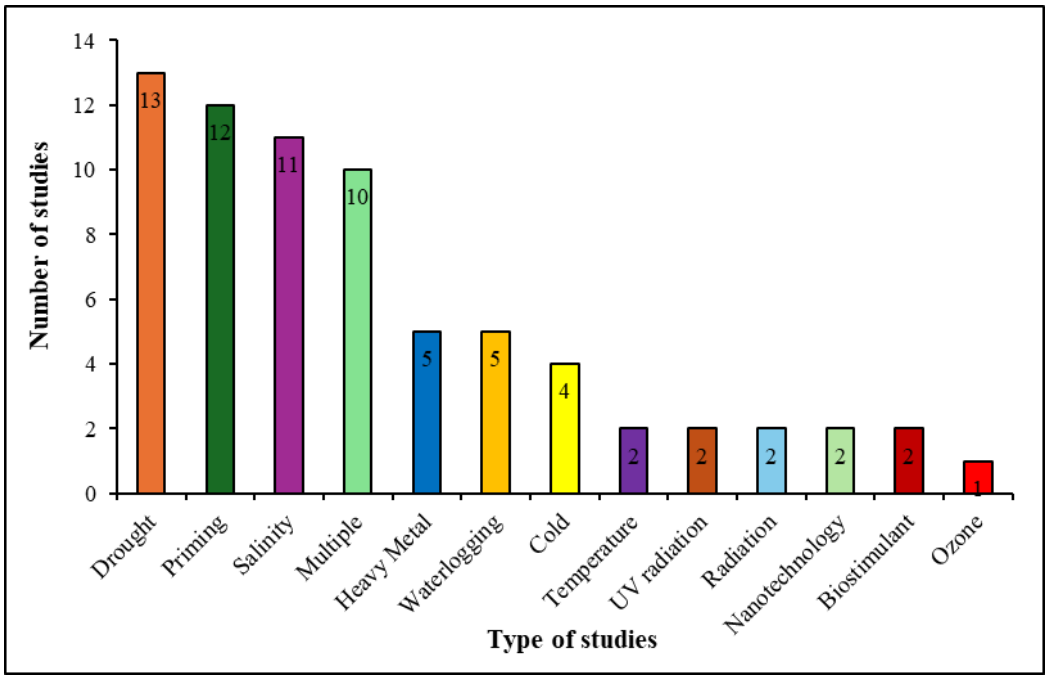


Figure 2. Distribution of cotton seed germination studies by abiotic stress type (2020-2024)

Research on salinity stress (11 studies, 15.5%) mostly concentrated on sodium chloride (NaCl) treatments, with concentrations ranging from 50 to 250 mM. Seed germination was particularly vulnerable to salt in its initial phases, with germination rates significantly decreasing at concentrations over 150 mM. Salt stress mechanisms included osmotic stress, ionic toxicity, and nutritional imbalances. Cotton is categorized as moderately salt resistant, having a salinity threshold of 7.7 dS m^{-1} (ERGİN et al., 2021; Gu et al., 2021; Li et al., 2023; J. Zhang et al., 2022).

Temperature stress studies (6 investigations, 8.5%) used both heat and cold stress events. Studies on heat stress have shown that temperatures over 35°C markedly decrease germination rates and induce oxidative damage. Studies on cold stress identified crucial temperature thresholds, indicating that germination is entirely suppressed below 8°C, whereas optimum rates are seen between 20-28°C. Cotton exhibits two phases of cold hypersensitivity during germination: immediately upon experiencing germination conditions and after 18 to 30 hours of germination (Majeed et al., 2021; Virk et al., 2021; Xia et al., 2023).

Studies on heavy metal stress (5 studies, 7.0%) yielded significant insights into the tolerance mechanisms of cotton. The main metals examined were copper, cadmium, lead, and zinc, with studies indicating concentration-dependent impacts on germination and seedling growth. Evidence indicated that cotton has significant potential for the phytoremediation of soils polluted with heavy metals, attributable to its non-edible fiber properties (He et al., 2023; Min et al., 2021; Priya & Ghosh, 2023).

Research on waterlogging stress (5 studies, 7.0%) indicated that 17 out of 30 cotton genotypes exhibited enhanced germination after 10 days of waterlogging; however, 28 out of 30 genotypes showed reduced germination after 20 days of stress. Cotton responds to waterlogging through escape, quiescence, and self-regulating adaptive processes (Qian et al., 2021; Y. Zhang et al., 2021, 2023, 2024).

Geographical Distribution of Research

The geographical investigation indicated an interesting regional concentration in research contributions, reflecting worldwide cotton production trends and research infrastructure capabilities. Turkey excels in research production with 23 papers (32.4%), indicating an effective emphasis on temperature stress tolerance and advanced seed treatment methods. This focus highlights Turkey's varied weather conditions and technological cotton producing techniques (Baytar et al., 2022; Celik, 2024b, 2024a; Yaşar et al., 2023). Turkish research has focused specifically on cold stress tolerance, salinity stress, and diverse seed priming methods (Figure 3).

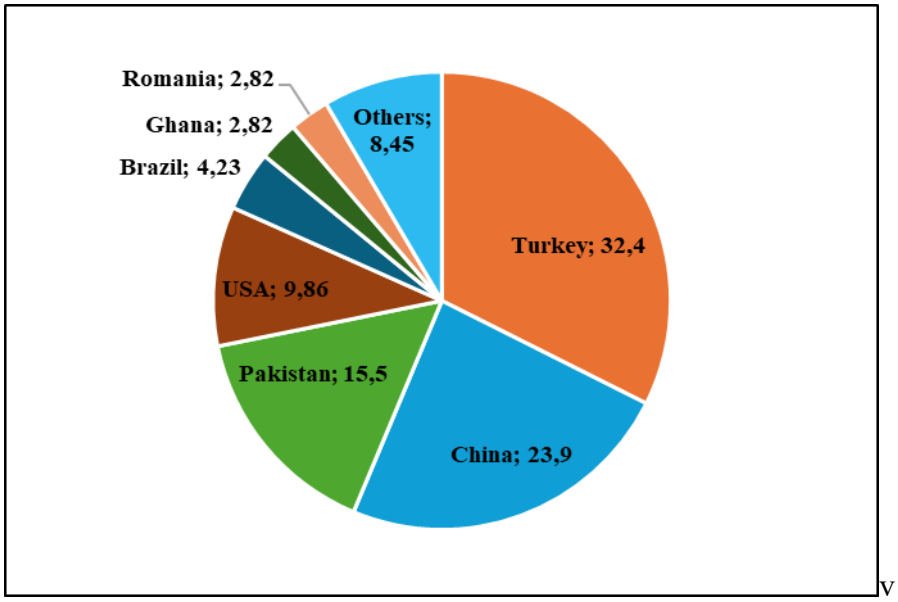


Figure 3. Geographical distribution of cotton seed germination research by country (2020-2024)

China had17 studies (23.9%), particularly concentrating on drought stress tolerance and the molecular processes of stress resistance. Chinese studies highlighted genomic methodologies, transcriptome analysis, and advanced breeding procedures for enhancing stress tolerance. The study corresponded with China's status as a significant cotton producer and consumer, tackling agricultural issues in dry and semi-arid areas.

Pakistan's study efforts (11 studies, 15.5%) focused on water stress, salinity tolerance, and seed priming approaches, tackling the country's water shortage and soil salinity challenges. Research in Pakistan demonstrated a specific focus on cost-efficient enhancement techniques appropriate for smallholder farmers.

Research in the United States (7 papers, 9.9%) exhibited a significant emphasis on radiation stress, ozone impacts, and refined biotechnological applications, highlighting the country's technical prowess and varied cotton cultivation environments.

Temporal Trends in Research

Research activity exhibited a substantial elevation from 2020 to 2021, increasing from 4 to 16 studies, perhaps indicative of improved research funding and increased awareness of climate change effects on agriculture (Figure 4). The period from 2021 to 2024 saw constantly increasing research output, with 14 to 17 studies, indicating enduring scientific interest in the domain. Recent research trends have emphasized nanotechnology applications, optical seed priming, and the molecular processes underlying stress tolerance. The incorporation of modern

technology, including cold plasma therapy, magnetic field priming, and CRISPR-based methods, signifies substantial advancements.

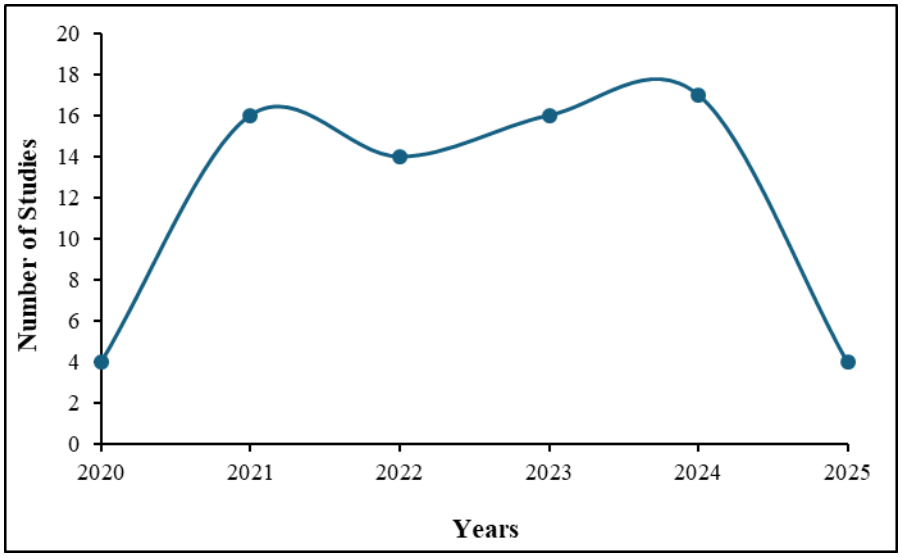


Figure 4. Temporal trends in cotton seed germination research publications (2020-2025)

Improvement Methods and Technologies

The meta-analysis revealed several enhancement techniques for improving cotton seed germination under abiotic stress conditions, accounting for 22.5% of all studies.

Seed priming has emerged as the most effective strategy (12 studies, 16.9%), with research indicating substantial improvements in germination rates and stress adaptability. Hydropriming, osmopriming with PEG, and hormonal priming with gibberellins shown consistent beneficial benefits under various stress circumstances.

Chemical priming using hydrogen peroxide, sodium nitroprusside, and plant growth regulators show significant effectiveness in enhancing antioxidant enzyme activity and stress resilience. Treatments with compound sodium nitrophenolate and 24-epibrassinolide markedly improved germination potential and rates in high-salt environments.

Innovative treatments such as cold plasma therapy, magnetic field priming, and optical seed priming have shown promising results. The cold plasma treatment for 27 minutes significantly increased water uptake and accelerated germination under stress circumstances. Magnetic field priming for 15 minutes yielded germination values that were 85% greater than those of control seedlings.

Nanotechnology applications (2 papers, 2.8%) highlighted innovative methodologies for seed improvement. Cerium oxide nanoparticles, when coated with antioxidant chemicals, shown substantial enhancements in seedling root length (56%), fresh weight (41%), and dry weight (38%) under conditions of salt stress. Zinc oxide and titanium dioxide nanoparticles shown the ability to preserve seed quality and vitality during storage.

Practical Applications and Economic Implications

The results include considerable consequences for cotton production methodologies and economic viability. Commercial seed treatment methods are progressively integrating research findings, as companies create holistic seed treatment solutions that combine conventional treatments with sophisticated technology. Cold plasma treatments and magnetic field priming

have significant potential for commercial use owing to their efficacy and comparatively cheap expense.

Field validation studies indicated that laboratory results are successfully applicable in commercial contexts, with optical seed priming achieving yield enhancements of up to 74% in extensive field experiments. These findings support the economic feasibility of sophisticated seed treatment technology.

Cost-effectiveness assessments demonstrate that seed priming and treatment technologies provide attractive returns on investment, especially in stress-prone regions where traditional production encounters considerable difficulties.

Conclusions and Future Directions

This meta-analysis offers extensive insights on cotton seed germination under abiotic stress conditions, derived from 71 research published between 2020 and 2024. The results indicate many significant trends and prospects for enhancing cotton cultivation under adverse environmental circumstances.

Principal conclusions included that drought stress is the most frequently examined abiotic factor, including 18.3% of research, underscoring its vital significance in global cotton production. Turkey, China, and Pakistan account for 71.8% of research output, with each of them concentrating on stress types relevant to their agricultural contexts. Seed priming approaches provide the most reliable enhancements under several stress circumstances, with 16.9% of research concentrating on varied priming techniques. Innovative treatments such as cold plasma, magnetic field priming, and nanotechnology applications have significant potential for commercial use.

Future research areas should concentrate on formulation of multi-stress tolerance techniques targeting simultaneous abiotic stresses. Molecular breeding techniques that use genomics and gene editing technologies should be integrated to improve seed germination under multiple stresses. The combination of conventional seed treatment techniques with cutting-edge technology has significant potential for improving cotton seed germination under increasing abiotic stress, hence promoting sustainable cotton production in response to global climate challenges.

References

Ahmad, S., & Hasanuzzaman, M. (2020). *Cotton Production and Uses* (S. Ahmad & M. Hasanuzzaman, Eds.). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2

Basal, H., Karademir, E., Goren, H. K., Sezener, V., Dogan, M. N., Gencsoylu, I., & Erdogan, O. (2019). Cotton Production in Turkey and Europe. In *Cotton Production* (pp. 297–321). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119385523.ch14

Baytar, A. A., Peynircioğlu, C., Sezener, V., Frary, A., & Doğanlar, S. (2022). Association analysis of germination level cold stress tolerance and candidate gene identification in Upland cotton (Gossypium hirsutum L.). *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *28*(5), 1049–1060. https://doi.org/10.1007/s12298-022-01184-6

Celik, S. (2024a). Screening Some Advanced Upland Cotton (Gossypium Hirsutum L.) Genotypes Tolerance Under Water Deficit. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, *13*(1), 104–110. https://doi.org/10.46810/tdfd.1386233

Celik, S. (2024b). Screening Some Advanced Upland Cotton (Gossypium Hirsutum L.) Genotypes Tolerance Under Water Deficit. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, *13*(1), 104–110. https://doi.org/10.46810/tdfd.1386233

Chen, L., Lu, B., Liu, L., Duan, W., Jiang, D., Li, J., Zhang, K., Sun, H., Zhang, Y., Li, C., & Bai, Z. (2021). Melatonin promotes seed germination under salt stress by regulating ABA and GA3 in cotton (Gossypium hirsutum L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, *162*, 506–516. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.03.029

Dong, Z., Huang, J., Qi, T., Fu, Q., Meng, A., & Fu, Y. (2023). Effects of Plant Regulators on the Seed Germination and Antioxidant Enzyme Activity of Cotton under Compound Salt Stress. *Plants*, *12*(24), 4112. https://doi.org/10.3390/plants12244112

ERGİN, N., KULAN, E., GÖZÜKARA, M., KAYA, M., ÇETİN, Ş., & KAYA, M. D. (2021). Response of Germination and Seedling Development of Cotton to Salinity under Optimal and Suboptimal Temperatures. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, *24*(1), 108–115. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.728814

Gu, Q., Ke, H., Liu, C., Lv, X., Sun, Z., Liu, Z., Rong, W., Yang, J., Zhang, Y., Wu, L., Zhang, G., Wang, X., & Ma, Z. (2021). A stable QTL qSalt-A04-1 contributes to salt tolerance in the cotton seed germination stage. *Theoretical and Applied Genetics*, *134*(8), 2399–2410. https://doi.org/10.1007/s00122-021-03831-0

He, M., Feng, Z., Xu, Y., Ding, H., Ying, C., Cai, Y., & Zhang, H. (2023). Macro- and microplastic leachates show a slightly toxic effect on seed germination of cotton. *Chemosphere*, *335*, 139081. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139081

Jabran, K., Ul-Allah, S., Chauhan, B. S., & Bakhsh, A. (2019). An Introduction to Global Production Trends and Uses, History and Evolution, and Genetic and Biotechnological Improvements in Cotton. In *Cotton Production*. https://doi.org/10.1002/9781119385523.ch1

Jans, Y., von Bloh, W., Schaphoff, S., & Müller, C. (2021). Global cotton production under climate change – Implications for yield and water consumption. *Hydrology and Earth System Sciences*, *25*(4), 2027–2044. https://doi.org/10.5194/hess-25-2027-2021

Khalequzzaman, Ullah, H., Himanshu, S. K., Islam, N.-E.-T., Tisarum, R., Cha-um, S., & Datta, A. (2023). Seed Priming Improves Germination, Yield, and Water Productivity of Cotton Under Drought Stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *23*(2), 2418–2432. https://doi.org/10.1007/s42729-023-01196-5

Khan, M. A., Wahid, A., Ahmad, M., Tahir, M. T., Ahmed, M., Ahmad, S., & Hasanuzzaman, M. (2020). World Cotton Production and Consumption: An Overview. In *Cotton Production and Uses* (pp. 1–7). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_1

Li, H., Sun, H., Ping, W., Liu, L., Zhang, Y., Zhang, K., Bai, Z., Li, A., Zhu, J., & Li, C. (2023). Exogenous Ethylene Promotes the Germination of Cotton Seeds Under Salt Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, *42*(6), 3923–3933. https://doi.org/10.1007/s00344-022-10859-z

Majeed, S., Rana, I. A., Mubarik, M. S., Atif, R. M., Yang, S.-H., Chung, G., Jia, Y., Du, X., Hinze, L., & Azhar, M. T. (2021). Heat Stress in Cotton: A Review on Predicted and Unpredicted Growth-Yield Anomalies and Mitigating Breeding Strategies. *Agronomy*, *11*(9), 1825. https://doi.org/10.3390/agronomy11091825

Malima, M. C., Hacıkamiloğlu, M. S., & Kurt, O. (2024). Effect of Germınatıon Temperature on Germination and Seedling Growth Parameters in Cotton (Gossiypium Hirsutum L.) Varieties. *ANADOLU JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES*. https://doi.org/10.7161/omuanajas.1498795

Min, T., Luo, T., Chen, L., Lu, W., Wang, Y., Cheng, L., Ru, S., & Li, J. (2021). Effect of dissolved organic matter on the phytoremediation of Cd-contaminated soil by cotton. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *226*, 112842. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112842

Priya, S., & Ghosh, R. (2023). Monitoring effects of heavy metal stress on biochemical and spectral parameters of cotton using hyperspectral reflectance. *Environmental Monitoring and Assessment*, *195*(1), 112. https://doi.org/10.1007/s10661-022-10739-9

Qian, L., Chen, X., Gao, Y., Deng, K., Wang, X., Zeng, W., & Luo, Y. (2021). Quantifying the impacts of waterlogging on cotton at different growth stages: A case study in Hubei Province, China. *Agronomy Journal*, *113*(2), 1831–1851. https://doi.org/10.1002/agj2.20523

Reddy, K. R., Brand, D., Wijewardana, C., & Gao, W. (2017). Temperature Effects on Cotton Seedling Emergence, Growth, and Development. *Agronomy Journal*, *109*(4), 1379–1387. https://doi.org/10.2134/agronj2016.07.0439

Rehman, T., Tabassum, B., Yousaf, S., Sarwar, G., & Qaisar, U. (2022). Consequences of Drought Stress Encountered During Seedling Stage on Physiology and Yield of Cultivated Cotton. *Frontiers in Plant Science*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.906444

Saud, S., & Wang, L. (2022). Mechanism of cotton resistance to abiotic stress, and recent research advances in the osmoregulation related genes. *Frontiers in Plant Science*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.972635

Shah, A., Subramanian, S., & Smith, D. L. (2022). Seed Priming with Devosia sp. Cell-Free Supernatant (CFS) and Citrus Bioflavonoids Enhance Canola and Soybean Seed Germination. *Molecules*, *27*(11), 3410. https://doi.org/10.3390/molecules27113410

Sharif, I., Aleem, S., Farooq, J., Rizwan, M., Younas, A., Sarwar, G., & Chohan, S. M. (2019). Salinity stress in cotton: effects, mechanism of tolerance and its management strategies. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *25*(4), 807–820. https://doi.org/10.1007/s12298-019-00676-2

Singh, B., Chastain, D. R., Kaur, G., Snider, J. L., & Reddy, K. R. (2020). Low temperature and moisture stress effects on cotton seed germination. *Cotton Seed and Seedlings. Number Ten. The Cotton Foundation Reference Book Series, The Cotton Foundation, The Cotton Foundation, Cordova, Tennessee, USA*, 53–65.

Virk, G., Snider, J. L., Chee, P., Jespersen, D., Pilon, C., Rains, G., Roberts, P., Kaur, N., Ermanis, A., & Tishchenko, V. (2021). Extreme temperatures affect seedling growth and photosynthetic performance of advanced cotton genotypes. *Industrial Crops and Products*, *172*, 114025. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114025

Xia, J., Hao, X., Wang, T., Li, H., Shi, X., Liu, Y., & Luo, H. (2023). Seed Priming with Gibberellin Regulates the Germination of Cotton Seeds Under Low-Temperature Conditions. *Journal of Plant Growth Regulation*, *42*(1), 319–334. https://doi.org/10.1007/s00344-021-10549-2

Yaşar, M., Baran, N., Demiray, Y. G., Ekinci, R., & Karadağ, Y. (2023). Effects of Coating with Different Doses of Boron Compound on Germination Parameters of Cotton Seeds. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, *11*(8), 1351–1359. https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i8.1351-1359.6065

Zhang, J., Wang, Q., Wei, K., Guo, Y., Mu, W., & Sun, Y. (2022). Magnetic Water Treatment: An Eco-Friendly Irrigation Alternative to Alleviate Salt Stress of Brackish Water in Seed

Germination and Early Seedling Growth of Cotton (Gossypium hirsutum L.). *Plants*, *11*(11), 1397. https://doi.org/10.3390/plants11111397

Zhang, Y., Li, Y., Liang, T., Yuan, Y., Li, Z., Xu, S., Dai, J., Fan, S., Li, C., & Dong, H. (2023). Field-grown cotton shows genotypic variation in agronomic and physiological responses to waterlogging. *Field Crops Research*, *302*, 109067. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109067

Zhang, Y., Liang, T., & Dong, H. (2024). Melatonin enhances waterlogging tolerance of field-grown cotton through quiescence adaptation and compensatory growth strategies. *Field Crops Research*, *306*, 109217. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109217

Zhang, Y., Liu, G., Dong, H., & Li, C. (2021). Waterlogging stress in cotton: Damage, adaptability, alleviation strategies, and mechanisms. *The Crop Journal*, *9*(2), 257–270. https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.08.005

RESEARCH ON THE ROLE IN THE GROWTH OF ELECTRONIC COMMERCE AND CASHLESS PAYMENTS IN AZERBAIJAN (2022-2024)

AZERBAYCAN'DA ELEKTRONİK TİCARET VE ONUN NAKİTSİZ ÖDEMELERİN ARTIŞINDAKİ ROLÜNÜN ARAŞTIRILMASI (2022-2024)

Mammadov Şamkhal Guluyar

Odlar Yurdu Üniversitesi

"Ekonomi ve ekonomik ilişkiler" bölümünde doktora öğrencisi

Özet

Tüm dünyada olduğu gibi Azerbaycan'da da son yıllarda e-ticaret gelişmiştir. İstatistiksel rakamlara baktığımızda bunu açıkça görebiliyoruz. 2022 yılında dünya çapında e-ticaret kullanıcı sayısı yaklaşık 2,4 milyar kişiydi. Azerbaycan'daki e-ticaret kullanıcı sayısı da buna paralel olarak artmaktadır. Dolayısıyla bahsettiğim yılda ülkemizdeki nüfusun yaklaşık %10'u e-ticaret kullanmıştır. Yani ülkemizde e-ticaretin gelişimi göz önüne alındığında bu gösterge tatmin edici olarak değerlendirilebilir.

Son yıllarda tüm dünyada insanların ödeme kartlarıyla yaptıkları ödemelerin hacmindeki artış, toplam nakitsiz ödemelerin hacmindeki artışa olumlu etki etmiştir. Azerbaycan'da 2022-2024 yıllarında hem banka hem de kredi kartlarıyla gerçekleştirilen işlemlerin artması, hem yurt içi hem de yurt dışı e-ticaret işlemlerinde artışa, ayrıca toplam nakit dışı ödemelerin hacminde artışa yol açmıştır.

Anahtar kelimeler: e-ticaret, ödeme kartları, internet, bilgi teknolojileri, nakitsiz ödemeler

Abstract

As in the whole world, e-commerce has developed in Azerbaijan in recent years. We can clearly see this when we look at the statistical figures. The number of e-commerce users worldwide in 2022 was approximately 2.4 billion people. The number of e-commerce users in Azerbaijan is also increasing in parallel with this. Thus, in the year I mentioned, approximately 10% of the population in our country used e-commerce. That is, considering the development of e-commerce in our country, this indicator can be considered satisfactory.

The increase in the volume of payments made by people with payment cards all over the world in recent years has had a positive effect on the increase in the volume of total non-cash payments. In Azerbaijan, the increase in transactions carried out with both debit and credit cards in 2022-2024 led to an increase in both domestic and international e-commerce transactions, as well as an increase in the volume of total non-cash payments.

Keywords: e-commerce, payment cards, internet, information technology, cashless payments

XX yüzyılda bilgi teknolojilerinin gelişmesinin ticaret üzerinde şüphesiz etkisi oldu ve yüzyılın sonunda yeni bir ticaret türü olan elektronik ticaret ortaya çıktı ve daha sonra kapsamı giderek genişledi. Zamanla birçok ülke bu ticaret türüne ilgi göstermeye başladı.

Küresel ölçekte perakende e-ticaretin büyümesinde ABD, Batı Avrupa ve Doğu Asya ülkelerinin payı özellikle yüksektir. Çünkü bahsettiğim ülkelerde bilgi teknolojileri önemli ölçüde gelişmiştir. İnternet erişilebilir ve çok hızlıdır. Çevrimiçi ödemeler sırasında güvenlik sorunları çözülmüştür. Bu nedenle nüfus e-ticareti tercih etmektedir.

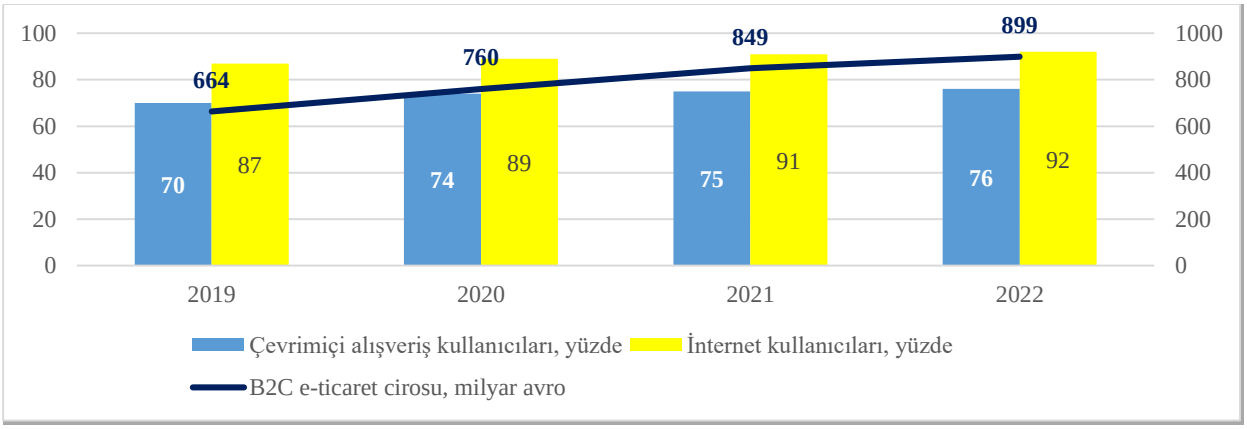
E-ticaret yapabilmek için öncelikle çevrimiçi mağaza, hızlı internet, modern teknolojileri destekleyen cihazlar, ödeme sistemi, ödeme kartları, ürünleri müşterilere - ürün ulaştıracak bir teslimat sistemi ve diğer unsurların bulunması gerekiyor.

E-ticarette zengin bir ürün çeşitliliği vardır. Yani müşteriler istedikleri ürünü kolayca sipariş edebilirler. Bu ürünler arasında giyim, kitap, film, müzik, oyun, çanta ve aksesuarlar, mobilya, spor ekipmanları vb. yer alır. E-ticaretin olumlu tarafları olduğu gibi olumsuz yönleri de vardır. Örneğin, çevrimiçi alışverişte müşteri ürünü yerinde görüp deneme imkanına sahip değildir. Ayrıca ürünü satın alan müşteri, ürünün teslim süresini beklemek durumundadır.

E-ticaret platformları, e-ticaretin dünya çapında büyümesinde önemli bir rol oynar. Bu platformlara örnek olarak Aliexpress, Amazon, Ebay, Etsy, Zalando ve Walmart verilebilir.

Gelişmiş ülkelerin e-ticaretin büyümesindeki payı oldukça yüksektir. E-ticaretin toplam perakende ticaretindeki payının gelişmiş ülkelerde çok daha yüksek, gelişmekte olan ekonomilerde ise çok daha düşük olduğu belirtilmelidir. Bunun başlıca nedeni zayıf internet, çevrimiçi mağazaların modern standartları karşılayamaması, çözülemeyen güvenlik sorunları ve olumsuz etkiye sahip farkındalık eksikliğidir. Zaman geçtikçe e-mağazalardaki ürün ve hizmetlerin sayısı artmakta ve bu da olumlu bir rekabet ortamı yaratmaktadır.

E-ticaret alanında gelişmiş ülkelere baktığımızda Avrupa ülkelerinin ön planda olduğunu göreceğiz. Bunun en önemli nedenlerinden biri Avrupa ülkelerinde modern teknolojilerin yaygın olarak kullanılmasıdır. Yani bu ülkelerdeki altyapı neredeyse tamamen oluşmuş durumdadır.



Şekil 1. 2019-2022 yılları arasında Avrupada çevrimiçi alışveriş yapanlar ve internet kullanıcıları [3, s.5, 7]

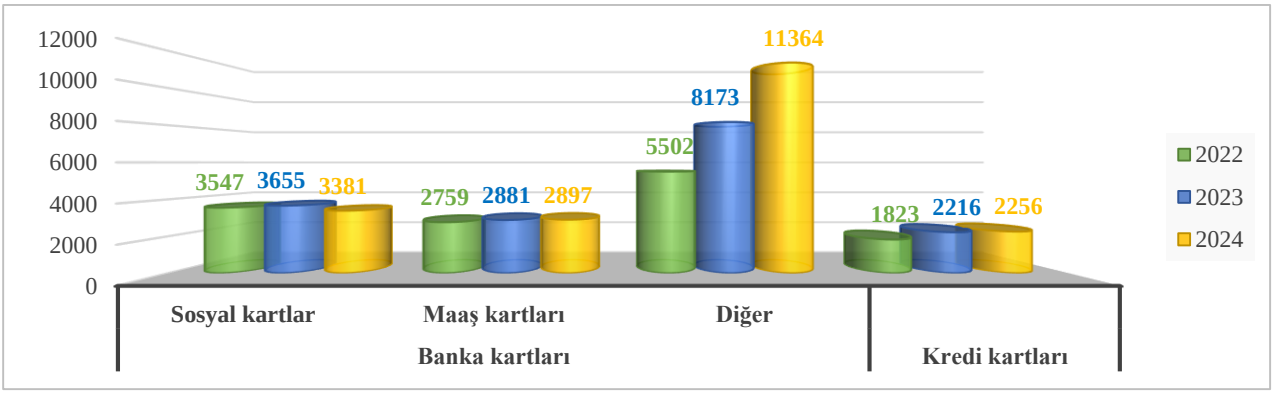
Azerbaycan'da e-ticaret 2005 yılında kurulmuş, 2008 yılından sonra gelişmeye başlamıştır. Azerbaycan'da e-ticaret son yıllarda hızla gelişiyor. Bu alanda faaliyet gösteren çevrimiçi mağaza ve teslimat şirketlerinin sayısı artmış ve hizmet kalitesi önemli ölçüde iyileşmiştir. Her

alanın gelişimi, o alanda bir yasal çerçevenin oluşturulmasıyla ilişkilidir. Ülkemizde elektronik ticaret, "Elektronik Ticaret Hakkında Kanun" [4] ile düzenlenmektedir.

İşletmeden tüketiciye e-ticaret endeksine göre Azerbaycan, 2016 yılında 137 ülke arasında 60. sırada [6, s.23], 2017 yılında 144 ülke arasında 68. sırada [7, s.18], 2018 yılında 151 ülke arasında 68. sırada [8, s.19], 2019 yılında 152 ülke arasında 62. sırada [9, s.8] ve 2020 yılında 152 ülke arasında 65. sırada [5, s.14] yer aldı.

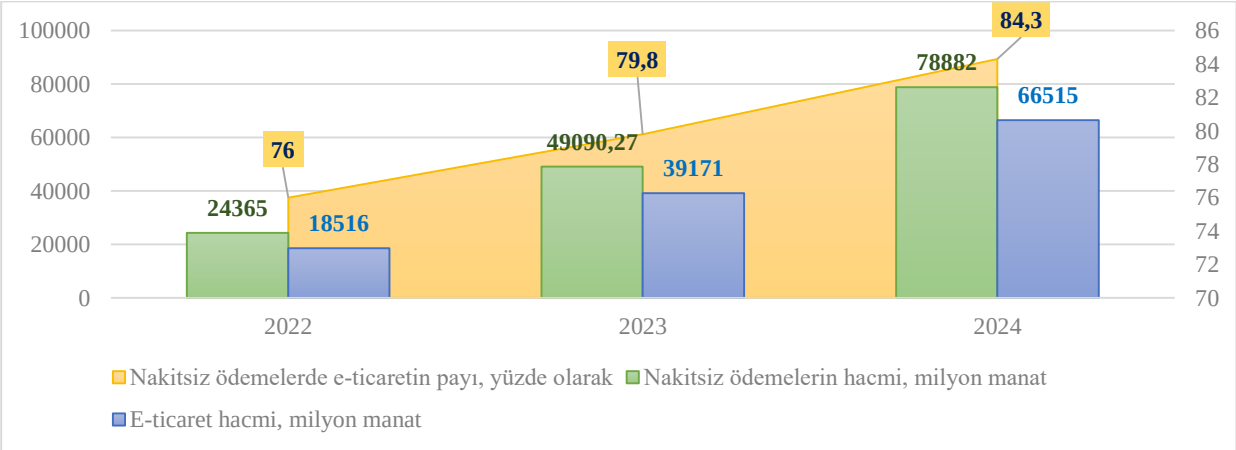
Ülkemizde e-ticaret işlemlerindeki yıllık artış, nakitsiz ödemelerin büyümesine olumlu etki ediyor. Şunu belirtmek gerekir ki, Azerbaycan'da "Nakitsiz Ödemeler" Kanunu 16.12.2016 tarihinde kabul edilmiştir [2].

Nakitsiz ödemelerin hacminin artmasında önemli etkenlerden biri de ödeme kartı sayısındaki artıştır. Dolayısıyla ülkemizde 2024 yılında toplam ödeme kartı sayısı 19.899 bin olup, toplam ödeme kartlarının %88,66'sı banka kartı, %11,34'ü ise kredi kartı olmuştur.



Şekil 2. 2022-2024 yıllarında ödeme kartlarının bileşimi, bin adet [1]

Azerbaycan'da 2024 yılında banka ve kredi kartlarıyla yapılan yurtiçi nakitsiz ödemelerin hacmi 78882 milyon manat, e-ticaret hacmi ise 66515 milyon manat olarak gerçekleşti. Ayrıca, nakitsiz ödemelerde e-ticaretin payı %84,3 oldu (Şekil 1).



Şekil 3. 2022-2024 yıllarında banka ve kredi kartlarıyla yapılan nakitsiz ödemelerde e-ticaretin payı, yüzde olarak [1]

2022-2024 yıllarında yerel nakitsiz ödemelerin hacmi 3,2 kez artmışdır. 2024 yılında nakitsiz ödemelerin yapısına baktığımızda ATM'lerden yapılan işlem hacminin 10 milyon manat, POS terminallerinden yapılan işlem hacminin 12274 milyon manat, e-ticaret üzerinden yapılan işlem

hacminin 66515 milyon manat, kendine self-servis terminallerinden yapılan işlem hacminin ise 83 milyon manat olduğunu göreceğiz.

Tablo 1

2022-2024 yıllarında banka ve kredi kartlarıyla yapılan yurtiçi nakitsiz ödemelerin bileşimi, milyon manat [1]

Yıllar	ATM	POS-terminaller	E-ticaret	Kendine hizmet terminalleri
2022	12	5808	18516	29
2023	9	9787	39171	73,27
2024	10	12274	66515	83

Ödeme kartlarıyla yapılan yurtiçi nakitsiz ödeme hacmindeki artışla birlikte işlem adetlerinde de artış görüldü.

Tablo 2

2022-2024 yıllarında banka ve kredi kartlarıyla gerçekleştirilen yurtiçi nakitsiz ödeme işlemlerinin sayısı, bin adet [1]

Yıllar	ATM	POS-terminaller	E-ticaret	Kendine hizmet terminalleri
2022	40	199137	261003	571
2023	22	416558	563443	1093
2024	20	621889	1033367	1177

Genel olarak, 2022-2024 yıllarında yurtiçi nakitsiz ödeme işlemlerinin sayısı 3,6 kat arttı. 2024 yılında yurtiçi nakitsiz ödeme işlemlerinin sayısı 1656453 bin olarak gerçekleşti. Yurt içi nakitsiz ödemelerle birlikte, yurtdışına yapılan nakitsiz ödemelerin hacmi de yıllar geçtikçe artıyor. İstatistiksel göstergelere baktığımızda bunu açıkça görebiliyoruz. Böylece 2024 yılında yurtdışına yapılan nakitsiz ödemelerin hacmi 3.141 milyon manat oldu. Bu gösterge 2022'ye göre %22, 2023'e göre ise %3,5 arttı.

Azerbaycan'da banka ve kredi kartlarıyla gerçekleştirilen işlem hacmi 2022-2024 yılları arasında 2,1 kat arttı.

Tablo 3

2022-2024 yıllarında banka ve kredi kartlarıyla yapılan işlemler [1]

Göstəricilər	2022	2023	2024
Hacmi, milyon manat	59027	91340	126196
Sayısı, bin adet	644573	1205083	1899313

Aralık 2023 verilerine göre Azerbaycan'da 3.112 ATM, 86.383 POS terminali ve 2.106 kendine hizmet terminali bulunduğu belirtilmelidir.

Son yıllarda Azerbaycan'da POS terminallerinin sayısı önemli ölçüde artmıştır. Ülkemizdeki POS terminallerinin sayısı 2019-2023 yıllarında 1,3 kat artarak 2023 yılında 86.383'e ulaşmıştır. Bu POS terminallerinin %66,05'i Bakü'dedir.

Tablo 4

2015-2023 yılları arasında Azerbaycan'daki POS terminallerinin sayısı, adet olarak [1]

İllər	**Toplam**		**Bakü'de**		**Bölgelerde**	
2015	80301		48944		31357	
2016	71806	**-10,6%**	40518	**-17,2%**	31288	**-0,2%**
2017	65471	**-8,8%**	37068	**-8,5%**	28403	**-9,2%**
2018	66110	**0,1%**	38962	**5,1%**	27148	**-4,4%**
2019	67468	**2,05%**	40898	**5%**	26570	**-2,1%**
2020	57120	**-15,3%**	37627	**-8%**	19493	**-26,6%**
2021	60936	**6,7%**	40571	**7,8%**	20365	**4,5%**
2022	79100	**29,8%**	53561	**32%**	25539	**25,4%**
2023	86383	**9,2%**	57054	**6,5%**	29329	**14,8%**

Aralık 2023 verilerine göre Azerbaycan'da 3112 ATM bulunmaktadır. Ülkemizde kurulu olanların %52'si Bakü'de bulunmaktadır. 2023 yılında ATM'ler üzerinden yapılan işlem hacmi 9 milyon manata, işlem sayısı ise 22 bin olmuştur.

Tablo 5

2015-2023 yılları arasında Azerbaycan'daki ATM sayısı, adet olarak [1]

İllər	**Toplam**		**Bakü'de**		**Bölgelerde**	
2015	2694		1502		1192	
2016	2454	**-8,9%**	1322	**-12%**	1322	**10,9%**
2017	2431	**-0,9%**	1308	**-1,1%**	1123	**-15,1%**
2018	2502	**2,9%**	1329	**1,6%**	1173	**4,5%**
2019	2647	**5,8%**	1421	**7%**	1226	**4,5%**
2020	2715	**2,6%**	1429	**0,5%**	1286	**4,9%**
2021	2907	**7,1%**	1560	**9,2%**	1347	**4,7%**
2022	2997	**3%**	1565	**0,3%**	1432	**6,3%**
2023	3112	**3,8%**	1621	**3,6%**	1491	**4,1%**

Sonuç

E-ticaret günümüzün en güncel konularından biridir. Çünkü modern zamanlarda yeni teknolojilerin uygulanması nedeniyle insanların talebi de bu teknolojilere göre şekillenmektedir. İnsanlar artık her ürün ve hizmete kolayca ulaşabilmektedir. 21. yüzyıl bilgi ve iletişim teknolojileri yüzyılıdır. Bu durum, birçok alanın dijitalleştiğini göstermektedir. Elbette bu dijitalleşmenin ticarete de etkisi olmuştur. Dolayısıyla 21. yüzyılda e-ticaret daha da önemli hale gelmiştir.

Dünya çapında e-ticaret hacmi son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. 2023 yılında küresel e-ticaret hacminin 2022'ye kıyasla 473 milyar ABD doları, yani %8,9 artarak 5,8 trilyon ABD dolarına ulaştığını belirtmek gerekir. Başka bir deyişle, e-ticaret küresel ticaret cirosunun %22'sini oluşturmuştur. E-ticaretin dünyada 30 yıl önce ortaya çıktığı düşünüldüğünde, bu dönemde e-ticaretin küresel ticaret hacminin 1/5'ini kapsaması oldukça yüksek bir gösterge olarak değerlendirilmelidir.

Mobil ticaret, küresel e-ticaretin büyümesinde önemli bir rol oynuyor. Son yıllarda akıllı telefon kullanıcılarının sayısındaki artış, mobil ticaretin hacminin artmasına neden oldu. Akıllı telefon kullanıcılarının sayısındaki artışın nedeni, akıllı telefonların diğer taşınabilir cihazlara göre daha ucuz olmasıdır. Çünkü, pandemiden sonra insanların işsiz kalması veya ücretlerinin düşmesiyle birlikte akıllı telefonlar en uygun cihazdır. Bir diğer konu ise akıllı telefonların diğer cihazlara göre daha küçük ve hafif olması ve bunun sonucunda kolayca taşınabilmesidir, bu da daha fazla insanın akıllı telefon kullanmasına yol açmaktadır. 2023 yılında dünyadaki akıllı telefon kullanıcılarının sayısı, 2022'ye göre 246 milyon veya %4,9 artarak 5 milyar 252 milyon kişiye ulaştı.

Sonuç olarak Azerbaycan'da ödeme kartlarının sayısının ve internet hızının artması, mobil cihaz kullanımının yaygınlaşması ve siber güvenlik sorunlarının çözülmesiyle birlikte e-ticaretin daha da gelişeceği söylenebilir.

Kaynaklar

1. Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı, Statistik Bülleten, yanvar 2025, №1, 298, https://uploads.cbar.az/assets/70431a45e69b5530a4d74a11e.pdf
2. "Nağdsız hesablaşmalar haqqında" Azərbaycan Respublikasının Qanunu, https://e-qanun.az/framework/34474
3. https://www.upu.int/UPU/media/wwwUpuIntUniversalPostalUnionAboutUpuBodiesConsultativeCommittee/2023EuropeanEcommerceReportEn.pdf
4. Elektron ticarət haqqında Azərbaycan Respublikasının Qanunu, Bakı şəhəri, 10 may 2005-ci il
5. THE UNCTAD B2C E-COMMERCE INDEX 2020, Spotlight on Latin America and the Caribbean, UNCTAD Technical Notes on ICT for Development, №17
6. UNCTAD B2C E-COMMERCE INDEX 2016, UNCTAD Technical Notes on ICT for Development, №7
7. UNCTAD B2C E-COMMERCE INDEX 2017, UNCTAD technical Notes on ICT for Development, №9
8. UNCTAD B2C E-COMMERCE INDEX 2018 FOCUS ON AFRICA, UNCTAD Technical Notes on ICT for Development, №12
9. UNCTAD B2C E-COMMERCE INDEX 2019, UNCTAD Technical Notes on ICT for Development, №14

DROUGHT CHARACTERIZATION UTILIZING GRACE TERRESTRIAL WATER STORAGE DEFICIT AT ARTVİN STATION

Assoc. Prof. Dr. Emre TOPÇU

Kafkas University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering

Dr. Fatih KARAÇOR

Kafkas University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering

ABSTRACT

The meteorological phenomenon known as drought is characterized by adverse consequences on the surrounding environment. It is possible to improve the management of water resources in a place by identifying the drought that is occurring there first. An investigation of drought conditions was intended to be carried out in Artvin station for a total of 255 months, beginning in January 2004 and ending in March 2025. Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) and GRACE-FO (Follow On) satellites were used to obtain the values for the terrestrial water storage anomaly (TWSA) that were included in the data that was evaluated. Utilizing the Water Storage Deficit Index (WSDI), an examination of drought was brought to light. According to the findings of this research, the years 2019-2022 and 2025 are scheduled to have the greatest water deficits. From 2004 to 2025, the equivalent water thickness (EWT) has fallen from +0.59 cm to -2.55 cm. This decrease occurred during the course of the period. It was concluded that the drought that lasted the longest would be the one that occurred from November 2021 to July 2023. It was discovered that droughts occurred between the years 2018 and 2025, in contrast to the fact that heavy rainfall was recorded over the entirety of Artvin during the years 2004 and 2012.

Keywords: Artvin, drought index, GRACE, Water storage deficit.

INTRODUCTION

Drought happens naturally at several spatio-temporal scales. Drought reduces agricultural productivity, damages economy, increases dust storms, intensifies forest fires, and other harmful occurrences (Hosseini-Moghari et al., 2020). Drought identification and monitoring need several methods due to its complexity. Drought indices can measure drought, study its social and ecological repercussions, and determine drought prevention and reduction strategies. Many global drought indicators depend on meteorological input characteristics. In regions with little ground measurements, such as precipitation and ground features, drought indicators are unreliable. For this reason, satellite-derived drought indices including drought-related parameters as ground humidity, terrestrial water storage, and equivalent water thickness are proposed as a supplement to commonly used drought indices (Zhao et al., 2017).

Water (ground, surface, and groundwater) is completely scarce during drought. Regional drought evaluation traditionally uses meteorological station data. Long-term monitoring in broad regions is expensive and limiting. Recently, remote sensing methods have been developed to correctly

characterize drought-related parameter creation and regional change (Yu et al., 2019). Remote sensing drought indices have revolutionized global and regional drought monitoring and detection.

The Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite, launched by NASA in March 2002, measured changes in the earth's gravitational field and linked them to terrestrial water storage (TWS) changes in land areas. Sun et al. (2018) describe this as a new hydrological data source. The GRACE satellite ended its mission in 2017, and the GRACE-FO (Follow On) satellite took over on May 22, 2018. GRACE spacecraft create a new gravitational field map every 30 days to measure earth's gravitational changes. Monthly mass fluctuations induce monthly gravity variations. Mass fluctuations are concentrated in a narrow layer of water thickness changes near Earth's surface. Most monthly gravity fluctuations come from water storage changes, ocean, atmospheric, and land ice movement, and mass exchanges. Vertical magnitude is measured in centimeters of equivalent water thickness, far lower than Earth's radius or horizontal scales of change, in kilometers. EWT measures the total terrestrial water storage anomaly (TWSA) in ground moisture, snow, surface water (rivers, lakes, reservoirs), groundwater, and aquifers. TWSA readings below zero indicate water storage deficiency. Each monthly shortfall indicates the water needed to restore water storage (Thomas et al., 2014). The equivalent water thickness measured by GRACE gives drought information because water resource changes directly impact the hydrological cycle in the atmosphere.

Post-glacial recovery, atmospheric mass shift, and water, snow, and ice redistribution on land and in the ocean create time-varying gravitational changes. Satellites can assess drought from regional to global scale, making them excellent remote sensing tools. Because many drought detection methods cannot monitor all hydrological component water storage fluctuations (Swenson and Wahr 2003).

MATERIAL

The province of Artvin may be found in the northeastern region of Turkey, with a latitude of 41.1752 and a longitude of 41.8187. It is situated at an elevation of 613 meters above sea level.

Since the launch of the GRACE satellites in 2002, they have precisely measured the gravitational variations resulting from alterations in the terrestrial water storage (TWS) column owing to diverse hydrological processes. TWS encompasses water retained in all states on the terrestrial surface and subsurface. The GRACE satellites are unable to do vertical analysis to differentiate changes in individual hydrosphere components, hence they can only detect alterations in the column-integrated water body. Global TWS estimates obtained from temporal gravitational field variations detected by GRACE satellites necessitate post-processing methodologies, including scaling, smoothing, truncation, and the removal of correlational inaccuracies (Wahr et al., 2004; Chen et al., 2005; Landerer and Swenson, 2012; Tang et al., 2014; Sinha et al., 2017). Infiltration errors subsequent to filtering and scaling are computed for each grid cell and provided at the specified web URL (NASA, 2021). This study employed monthly GRACE terrestrial water storage data generated by the Center for Space Research at Texas University, which was gridded and scaled by NASA's Jet Propulsion Laboratory (JPL). Water storage variations throughout a 255-month period from January 2004 to March 2025 were utilized. All data is accessible through (NASA, 2020).

METHODOLOGY

Derived from monthly GRACE TWSA deviations, WSDI is utilized to delineate drought occurrences and assess drought severity (Yirdaw et al., 2008). The WSDI is derived using Equation 1 and Equation 2.

$$WSD_{i,j} = TWSA_{i,j} - \overline{TWSA_j}, \quad (1)$$

$$WSDI_{i,j} = \frac{WSD_{i,j} - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

$WSD_{i,j}$ and $TWSA_{i,j}$ are the total water storage deficit and GRACE-inferred TWSA time series for the jth month in year i, respectively. $\overline{TWSA_j}$, is the long term TWSA average for the same month.

μ and σ are the mean and standard deviation of the WSD time series, respectively. Negative WSD represents deficit in total water storage, positive WSD represents surplus in total water storage. Negative WSDs lasting for three or more consecutive months can be designated as drought events (Thomas et al., 2014). The WSD values may be standardized, which allows for the calculation of the WSDI. The time series of the WSDI are a representation of the deviation that each month experiences from the average circumstances of that month. The severity of the drought may be determined by analyzing the impact of the water storage deficiency as well as the length of time it has been present. With the assistance of Equation 3, one is able to summarize the overall severity of the drought.

$$Se(t) = M(t)xD(t) \quad (3)$$

Here, $Se(t)$ is the severity of the drought, $M(t)$ is the average water deficit in the drought event (the average of negative WSD values during the drought), and $D(t)$ is the duration that indicates how long the drought lasts (the time between the month when drought starts and ends) (Yu et al., 2019, Topçu 2024). WSDI drought thresholds are seen in Table 1.

Table 1. WSDI drought category

WSDI	Drought Category
above 2	Extreme Wet
from 1.50 to 1.99	Severe Wet
from 1 to 1.49	Moderate Wet
from -0.99 to 0.99	Near-Normal
from -1 to -1.49	Moderate Drought
from -1.50 to -1.99	Severe Drought
below -2	Extreme Drought

RESULTS

Average EWT values according to years are seen in Figure 1. As can be observed in Figure 1, the values of EWT have demonstrated a progressive downward trend throughout the course of the years. It is estimated that the equivalent water thickness (EWT) would decrease from +0.59 cm to -2.55 cm between the years 2004 and 2025. It was throughout the course of the era that this reduction made its appearance. Nevertheless, a statistically significant rise in EWT was seen, particularly in the year 2012.

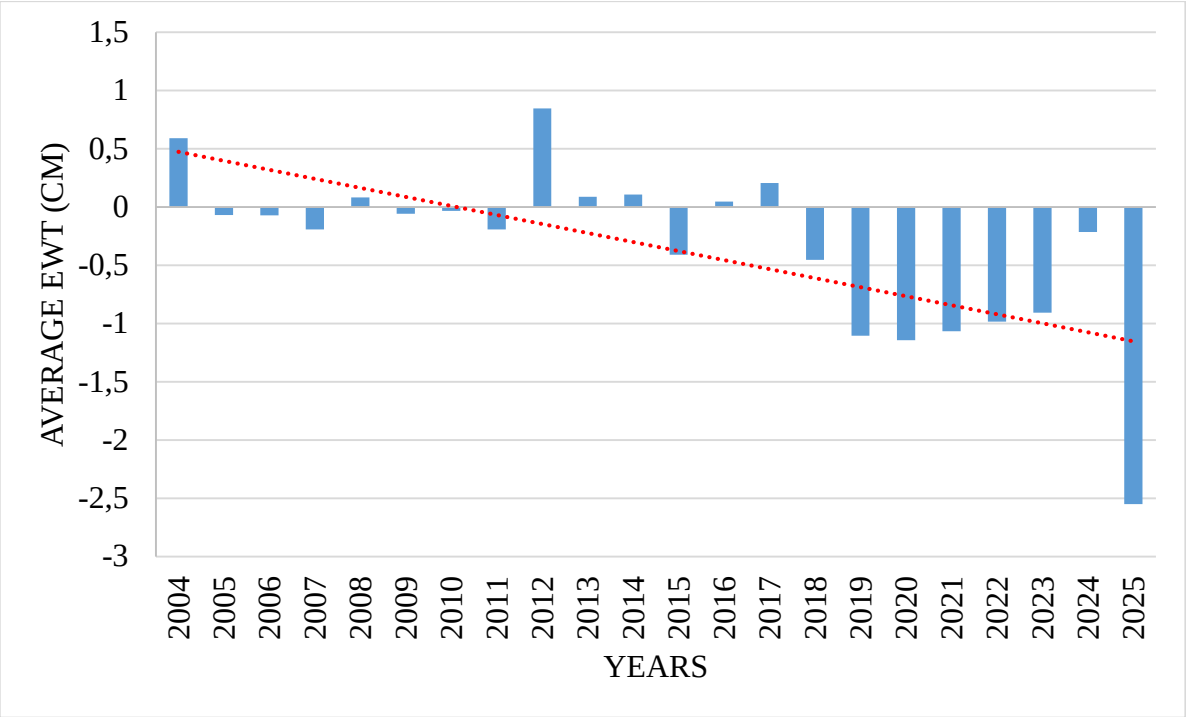


Figure 1. Average EWT values for Artvin

Annual WSD values according to years are seen in Figure 2. As can be seen in Figure 2, the WSD has been on the rise in certain years while showing a downward trend in others. A substantial reduction may be seen, particularly after the years 2018 have passed. Beginning in the first few months of 2025, it dropped to its lowest point.

Table 2 provided a summary of the TS and AD values that were found in Artvin. It was established in Table 3 that the years 2021 and 2023 were the ones that had the longest drought. A straightforward mathematical equation that may be used to assess the extent of the drought is the TS.

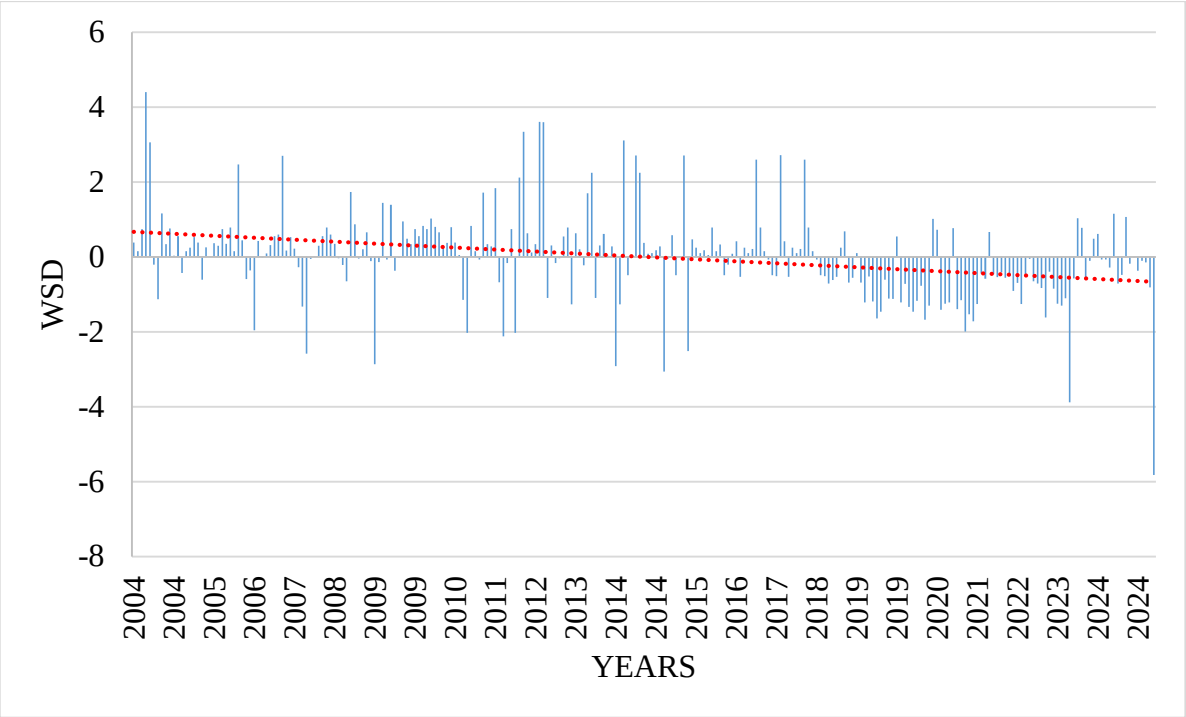


Figure 2. Annual change in the WSD value for Artvin

Figure 3 shows that there were years in which there was an extreme drought, while there were other years in which there was an extreme moisture condition. The months of May 2004, March 2006, February 2007, February 2012, June and July 2012 (which had the highest WSDI value), March and June 2014, June 2015, December 2016, and June 2017 were the months that had the highest wetness values. The driest months have been determined to be August 2007, January 2009, January 2014, January and July 2015, and March 2025 (with the lowest WSDI value of -4.85). The lowest WSDI value was recorded in March 2025.

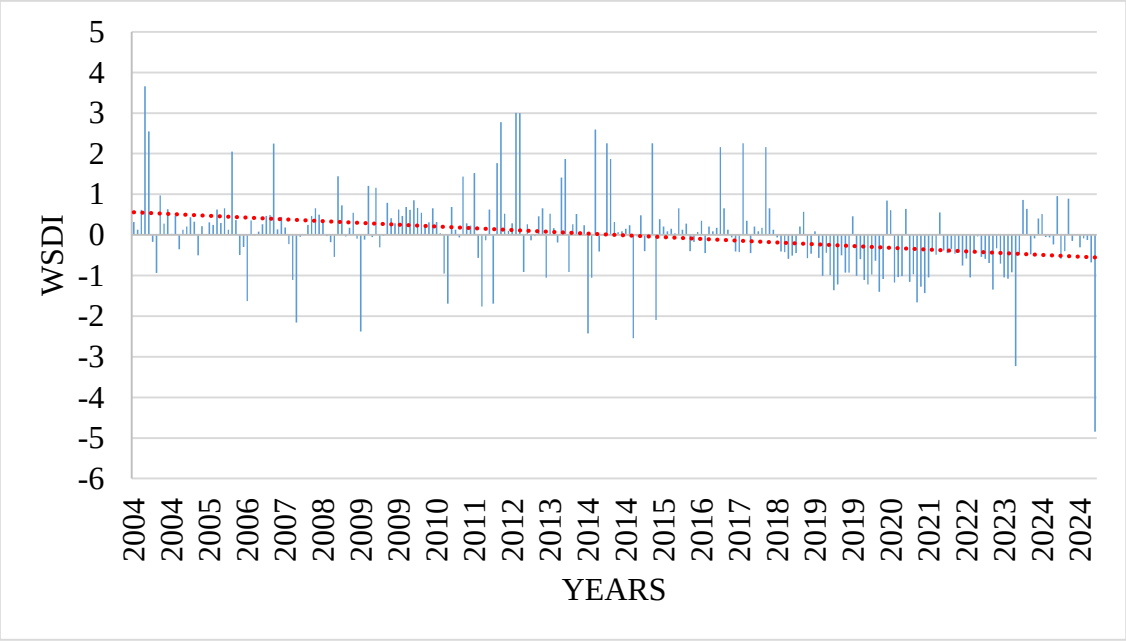


Figure 3. Annual change of WSDI series in Artvin

Table 2. Drought severity table for Artvin

m (t)	D (t)	se (t)	Onset	End
-0.66955	2	-1.33909	2004,6	2004,7
-0.42811	1	-0.42811	2005,1	2005,1
-0.60681	1	-0.60681	2005,6	2005,6
-0.97059	3	-2.91178	2006,5	2006,7
-0.01568	1	-0.01568	2006,9	2006,9
-1.06169	4	-4.24676	2007,6	2007,9
-0.3025	3	-0.90751	2008,4	2008,6
-0.04167	1	-0.04167	2008,9	2008,9
-1.03598	3	-3.10794	2008,12	2009,2
-0.06634	1	-0.06634	2009,4	2009,4
-0.1967	2	-0.39341	2009,6	2009,7
-1.58961	2	-3.17922	2010,11	2010,12
-0.07162	1	-0.07162	2011,3	2011,3
-0.98675	3	-2.96025	2011,8	2011,10
-2.03172	1	-2.03172	2011,12	2011,12
-1.09671	1	-1.09671	2012,8	2012,8
-0.10103	2	-0.20206	2012,10	2012,11
-1.27146	1	-1.27146	2013,2	2013,2
-0.22491	1	-0.22491	2013,5	2013,5
-1.09671	1	-1.09671	2013,8	2013,8
-2.09295	2	-4.1859	2014,1	2014,2
-0.49181	1	-0.49181	2014,4	2014,4
-1.55137	2	-3.10273	2015,1	2015,2
-0.48544	1	-0.48544	2015,4	2015,4
-2.51936	1	-2.51936	2015,7	2015,7
-0.34483	2	-0.68967	2016,4	2016,5
-0.53549	1	-0.53549	2016,8	2016,8
-0.35816	3	-1.07448	2017,3	2017,5
-0.53549	1	-0.53549	2017,8	2017,8
-0.48889	6	-2.93335	2018,3	2018,8
-0.62193	2	-1.24385	2018,11	2018,12
-1.06202	9	-9.55821	2019,2	2019,10
-1.20685	8	-9.65481	2019,12	2020,7
-1.29204	3	-3.87613	2020,10	2020,12
-1.2608	8	-10.0864	2021,2	2021,9
-0.90636	21	-19.0337	2021,11	2023,7
-0.33775	2	-0.6755	2023,10	2023,11
-0.14159	3	-0.42476	2024,2	2024,4
-0.59464	2	-1.18928	2024,6	2024,7
-1.06355	7	-7.44484	2024,9	2025,3

CONCLUSION AND DISCUSSION

The hottest decade that has ever been measured was the decade that lasted from 2011 to 2020. (COPERNICUS, 2020) The year 2020 had a temperature that was 0.6 degrees Celsius higher than the reference period of 1981-2010. Because of this, the drought analysis that has been carried out over the course of the past 21 years has been included in this study. By providing information on a broad scale on groundwater use and drought, it is clear that GRACE satellites have made a substantial contribution to the study of hydrology. Analyses of the drought occurrences that have occurred in Artvin have been conducted using WSD and WSDI data. The outcomes of the study are in agreement with the findings of the research conducted by Topçu (2024). Over the course of the past several years, the WSD values in the region have been successfully distinguished as dropping. The droughts that occurred in 2014, 2018, and 2020 were properly detected by the TWSA values that were collected from GRACE satellites. Because of this, it is possible to use satellite data that is more dependable rather than the limited number of hydro-meteorological stations that are located in extremely broad regions. With the help of this study, it is anticipated that the planned water management projects in the regions that fall under the purview of the study as well as throughout Artvin would be brought to light.

REFERENCES

Chen, J. L., Rodell, M., Wilson, C. R., & Famiglietti, J. S. (2005). Low degree spherical harmonic influences on Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) water storage estimates. Geophys. Res. Lett., 32, L14405, 2005a, doi:10.1029/ 2005GL022964.

COPERNICUS, (2020). Retrieved December 10, 2020, from https://climate.copernicus.eu/2020-warmest-year-record-europe-globally-2020-ties-2016-warmest-year-recorded

Hosseini-Moghari, S. Y., Araghinejad, S., Ebrahimi, K., Tang, Qiuhong., & Aghakouchak, A. (2020). Using GRACE satellite observations for separating meteorological variability from anthropogenic impacts on water availability, Scientific Reports, 10:15098.

Landerer, F. W., & Swenson, S. C. (2012). Accuracy of scaled GRACE terrestrial water storage estimates. Water Resour. Res., 48, W04531, doi:10.1029/2011WR011453.

NASA, (2020). Retrieved May 18, 2025, from http://grace.jpl.nasa.gov/data/get-data/monthly-mass-gridsland

NASA, (2021). Retrieved May 21, 2025, from https://grace.jpl.nasa.gov/data/data-analysis-tool/

Sinha, D., Syed, H. T., Famiglietti, S. J., Reager, T. J., & Thomas, C. R. (2017). Characterizing Drought in India Using GRACE Observations of Terrestrial Water Storage Deficit, Journal of hydrometeorology, 38: 381-396.

Sun, Z., Zhu, X., Pan, Y., Zhang, J., & Liu, X. (2018). Drought evaluation using the GRACE terrestrial water storage deficit over the Yangtze River Basin, China, Science of the Total Environment, 634, 727–738.

Swenson, S., & Wahr, J. (2003). Monitoring changes in continental water storage with GRACE, Space Science Reviews, 108: 345-354.

Tang, J., Cheng, H., & Liu, L. (2014). Assessing the recent droughts in southwestern China using satellite gravimetry. Water Resour. Res., 50, 3030–3038, doi:10.1002/2013WR014656.

Thomas, C. A., Reager, T. J., Famiglietti, S. J., & Rodell, M. (2014). A GRACE-based water storage deficit approach for hydrological drought characterization, Geophys. Res. Lett, 41, 1537–1545.

Topçu, E. Drought Characterization Using the Grace Terrestrial Water Storage Deficit in Turkey. J Indian Soc Remote Sens 52, 1003–1018 (2024). https://doi.org/10.1007/s12524-024-01853-x

Wahr, J., Swenson, S., Zlotnicki, V., & Velicogna, I. (2004). Time variable gravity from GRACE: First results. Geophys. Res. Lett., 31, L11501.

Yirdaw, S.Z., Snelgrove, K.R., & Agboma, C. O. (2008). GRACE satellite observations of terrestrial moisture changes for drought characterization in the Canadian Prairie. J. Hydrol. 356, 84–9.

Yu, W., Li, Y., Cao, Y., & Schillerberg, T. (2019). Drought Assessment using GRACE Terrestrial Water Storage Deficit in Mongolia from 2002 to 2017, Water, 11, 1301.

Zhao, M., Gerua, A., Velicogna, I., & Kimball, S. J. (2017). A Global Gridded Dataset of GRACE Drought Severity Index for 2002–14: Comparison with PDSI and SPEI and a Case Study of the Australia Millennium Drought, Journal of Hydrometeorology, 2117-2129.

PROCEEDINGS INVOLVING PERSONS WHO COMMIT A CRIME IN A STATE OF INSANITY OR DEVELOP MENTAL ILLNESS AFTER THE OFFENSE

LALA MAMMADOVA

Baku State University, Law faculty, Department of Criminal Procedure, Baku, Azerbaijan.

ORCID ID: 0009-0007-3995-3342

ABSTRACT

In the criminal procedure system of the Republic of Azerbaijan, individuals who commit a crime in a state of insanity or develop mental illness after committing an offense are treated under a differentiated procedural regime. Such cases require a nuanced approach that balances the protection of public safety with respect for human rights and fair trial guarantees. These individuals are recognized as subjects with special status, and the legal proceedings concerning them are designed accordingly.

This study explores the legal and procedural features of pre-trial proceedings involving such individuals. It focuses particularly on how the lack of criminal responsibility due to insanity or subsequent mental illness is identified and addressed within the framework of Azerbaijani criminal procedure. Special attention is paid to the role of forensic psychiatric assessments, the application of coercive medical measures, and the rights of the affected individuals during investigation. The paper also analyzes relevant legislative provisions and judicial practices to assess whether current safeguards adequately protect the rights of these individuals.

Furthermore, the study incorporates comparative legal insights from other jurisdictions to evaluate Azerbaijan's alignment with international standards, especially those set out in the European Convention on Human Rights and the jurisprudence of the European Court of Human Rights. The goal is to identify legal and practical challenges, and to propose recommendations aimed at improving procedural fairness and institutional accountability.

Keywords: criminal procedure, insanity, post-offense mental illness, coercive measures, forensic psychiatry, fair trial

INTRODUCTION

In the fields of criminal law and criminal procedure, the consideration of mental incapacity or psychiatric disorders that emerge after the commission of a crime is of vital importance for both ensuring justice and maintaining public safety. The exclusion or mitigation of criminal liability for individuals who lack mental competence requires an approach that aligns with the principles of the rule of law and international human rights standards. In this context, it is essential that the judicial processes concerning such individuals are addressed through a distinct and specialized procedural framework.

In the criminal procedure law of Azerbaijan, this issue is safeguarded through specific legal provisions. This study examines the legal status and procedural aspects during the investigative phase for individuals who were mentally incompetent at the time of the offense or developed a mental illness thereafter. It further analyzes the role of forensic psychiatry institutions, the application of coercive medical measures, and the protection of the rights of these individuals. In doing so, it evaluates the compliance of domestic legislation and judicial practices with international standards.

CONCEPTS OF MENTAL INSANITY AND PSYCHIATRIC DISORDERS

From the perspective of criminal law, mental insanity is defined as a psychological condition present at the time of the offense that impairs the offender's ability to comprehend the nature and unlawfulness of their actions or to control their behavior in accordance with the law. This concept is a fundamental determinant directly affecting the attribution of criminal responsibility.

In contrast, mental illness that arises after the commission of the offense does not retroactively affect the offender's mental state at the time of the crime. However, it introduces a special legal status during the criminal proceedings. In particular, psychiatric disorders that develop during the execution of a sentence or in the post-conviction phase necessitate specific legal and medical evaluations.

Under Azerbaijani legislation, mental insanity refers to a psychological disorder that existed at the moment the crime was committed and that negates criminal responsibility. Meanwhile, post-offense mental illness refers to a condition that requires the implementation of special procedural or therapeutic measures during the enforcement of punishment or ongoing trial proceedings.

Distinguishing between these two concepts is of critical importance for the determination of criminal responsibility, the applicable procedural rules, and the nature of the coercive or therapeutic measures to be imposed.

THE INVESTIGATION PROCESS IN CASES OF MENTAL INSANITY UNDER AZERBAIJANI CRIMINAL PROCEDURE LAW

The Criminal Procedure Code of Azerbaijan and related legislative instruments prescribe special procedural rules for conducting investigations involving individuals who suffer from mental insanity or who develop psychiatric disorders after the commission of a crime. These provisions aim to safeguard both public order and the fundamental rights of the individual.

During the investigation phase, if there is a suspicion that the accused is mentally insane, a mandatory forensic psychiatric examination must be conducted. Reports prepared by forensic psychiatry experts play a decisive role in determining the individual's mental state at the time of the offense. These reports are submitted to the court and serve as primary evidence in establishing or excluding criminal responsibility.

Moreover, throughout the investigation, the rights of individuals must be protected in accordance with the principles of fair trial. Special attention must be paid to ensuring the right to legal counsel and the full exercise of defense rights, especially considering the mental condition of the suspect or accused. Where necessary, competent authorities may authorize the imposition of coercive medical measures. These interventions are essential not only for the treatment of the individual but also for the protection of society.

THE CONSTITUTION OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN AND THE RIGHT TO HEALTH: LEGAL FRAMEWORK AND INTERNATIONAL OBLIGATIONS

Article 41 of the Constitution of the Republic of Azerbaijan defines the "right to health protection" as a fundamental human right, explicitly affirming that every individual has the right to protect their health and receive necessary medical assistance. The Constitution places an obligation on the state to take appropriate measures for the development of all areas of healthcare services—regardless of the form of ownership—and to ensure public health

protection in the fields of sanitation and epidemiology, while also envisaging the establishment of various forms of medical insurance.

These constitutional provisions are aligned with universal principles of human rights. The right to health is safeguarded by Article 25 of the Universal Declaration of Human Rights (1948) and Article 12 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights (1966).

Article 25 of the Universal Declaration guarantees the right of individuals and their families to a standard of living adequate for health and well-being, including access to food, clothing, housing, medical care, and necessary social services. It also imposes upon states the obligation to provide social protection in the face of unemployment, illness, disability, widowhood, old age, and other conditions beyond one's control.

Similarly, Article 12 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights requires state parties to take necessary steps to ensure the highest attainable standard of physical and mental health for individuals. This includes measures aimed at reducing infant mortality, ensuring healthy child development, improving environmental and occupational health conditions, preventing and treating epidemic and occupational diseases, and guaranteeing accessible, high-quality healthcare services for all.

Azerbaijan's international obligations regarding the right to health are not limited to these instruments. On 28 March 1997, Azerbaijan became a party to the international convention signed in Moscow concerning the compulsory treatment of individuals with mental disorders. This convention is a significant legal instrument in terms of protecting the rights of persons with psychiatric conditions and ensuring that compulsory treatment practices are conducted within ethical and legal boundaries.

The current criminal procedure legislation provides for two types of security measures:

1. **Referral to Health Institutions and Supervision by Relatives, Guardians, or Trustees:** In cases where a person who has committed a crime defined in the Criminal Code is determined not to pose a danger to their surroundings, from the moment the individual is found to be mentally incapacitated, the investigator, prosecutor supervising the administrative and legal aspects of the investigation, or the court, by reasoned decision, may notify the relevant health institutions, and the individual may be placed under the supervision and control of their relatives, guardians, or trustees.
2. **Hospitalization in a Specialized Health Institution (Psychiatric Hospital):** If the person who committed the crime defined in the Criminal Code is found to be mentally incapacitated and poses a danger to others, such person may be hospitalized in a specialized health institution (psychiatric hospital) only by a reasoned court decision.

COURT DECISIONS REGARDING MENTALLY INCAPACITATED OFFENDERS AND IMPLEMENTATION OF COMPULSORY MEDICAL MEASURES

In situations where a person with mental incapacity who committed an offense is not deemed dangerous to society and does not require compulsory medical measures, or if improvement is established during court proceedings, the court shall issue a decision of non-prosecution.

According to Article 39 of the Azerbaijan Criminal Procedure Code (CPC), if grounds for non-prosecution exist, regardless of the existence or nature of the illness, the court shall decide to discontinue prosecution pursuant to Article 43(3) of the CPC.

If criminal proceedings against a person suffering from a mental illness end with acquittal or if the perpetrator cannot be identified, the court shall refer the criminal case or summary proceedings to the investigating prosecutor pursuant to Article 350 of the CPC.

In such cases, a copy of the court decision is sent to the health institution in the person's place of residence for consideration regarding their monitoring at a psychiatric dispensary or hospitalization in a psychiatric clinic.

Compulsory Medical Treatment for Persons with Alcohol or Drug Dependence Who Have Committed Crimes

For persons who have committed crimes and require compulsory medical treatment due to alcoholism or drug addiction, such treatment is imposed as an additional measure to the court-imposed sentence pursuant to Article 93(1.4) of the Azerbaijan Criminal Procedure Code (CPC). The treatment is conducted concurrently with the execution of the sentence.

When deciding on compulsory treatment for alcoholism or drug addiction, the court must review evidence, especially the court-ordered narcological expert report, to determine the necessity of compulsory treatment and whether any medical obstacles to treatment exist. If conditions warrant and no obstacles are present, the court issues a compulsory treatment order without specifying a duration.

Requests for the termination of compulsory treatment are considered by the court executing the sentence or in the procedure for enforcement of other final court decisions.

Procedural and Legal Aspects of Compulsory Medical Measures

Material claims related to the legal process of compulsory medical measures are not adjudicated during the criminal proceeding and do not preclude subsequent consideration by civil courts.

According to Articles 193(2) and 193(4) of the Azerbaijan CPC, expenses related to the defense of persons subjected to compulsory medical measures are not paid to the defense counsel but are covered by the state budget.

The court decision ordering compulsory medical measures may be legally challenged through appeal and cassation by the person subjected to the measure, their defense counsel and legal representative, the injured party and their representative, and the prosecutor.

According to Article 419(2) of the CPC, a person subjected to compulsory medical measures who has previously filed an application has the right to personally attend the cassation court hearing.

LEGAL AND PRACTICAL CHALLENGES IN IMPLEMENTATION

Special Evidentiary Issues and Procedural Rights Concerning Persons in a State of Insanity

In the files of individuals in a state of insanity, alongside general evidentiary matters, there exist special evidentiary issues. In the files of persons subject to compulsory medical measures, the following points are examined as special evidentiary issues:

1. The place, time, method, and other conditions under which the act defined as a crime in the criminal code was committed;
2. Whether the alleged crime was indeed committed by the person in question;

3. The existence, degree, and nature of the individual's mental illness at and prior to the time the offense was committed;
4. The behavior of the person up to and following the period when the offense occurred;
5. The nature and extent of the damage caused.

In ongoing criminal cases involving joint criminal acts, if it is determined that any of the suspects or accused were in a state of insanity at the time the crime was committed, a separate file regarding the application of compulsory medical measures shall be initiated and processed separately from the criminal case.

According to legislative provisions, the person undergoing compulsory medical measures retains all rights afforded to suspects or accused. Depending on the nature and degree of the illness, these rights include:

1. To be informed of the socially dangerous act alleged against them;
2. To participate in investigation procedures with the permission of the investigator;
3. To review the minutes of the investigative procedures they participated in and to express opinions regarding the accuracy and completeness of these records;
4. To submit requests and objections;
5. Upon completion of the process, to examine all case materials and obtain copies without restriction;
6. To receive copies of the court's decision regarding the referral of the case file on compulsory medical measures;
7. To attend court hearings and evidentiary examinations, review the hearing minutes, and express opinions on those records.

As previously noted, individuals who commit crimes in a state of insanity are not considered perpetrators under criminal law. This precludes their classification as suspects or accused and bars the application of procedural coercive measures typically applied to suspects or accused. However, since such individuals may pose a danger to others, an objective need arises for the application of special supervisory measures concerning them. Therefore, the legislation provides for special procedural coercive measures—namely, “security measures”—applicable to persons who commit offenses in a state of insanity.

In proceedings involving mental insanity, various challenges arise, particularly concerning delays in the preparation of forensic psychiatric reports and questions regarding their reliability. Such delays not only prolong the duration of investigations and trials but also hinder the effective protection of both the rights of victims and the accused.

Another significant issue relates to the application of compulsory medical measures. Due to ambiguities in the legal framework and inconsistencies in practice, it remains difficult to establish a balanced approach that adequately safeguards individual liberty while ensuring public safety.

Furthermore, a delicate legal and practical balance must be maintained between the exemption from criminal responsibility and the need to protect societal security. Failure to achieve this balance may result in increased victimization or the erosion of the legitimacy of the justice system.

COMPARATIVE APPROACHES IN FOREIGN LEGAL SYSTEMS

The standards set forth by the Council of Europe, alongside the extensive jurisprudence of the European Court of Human Rights (ECtHR), place significant emphasis on the protection of the right to a fair trial and the inherent dignity of individuals with mental disorders or those who develop psychiatric illnesses subsequent to committing an offense. These fundamental principles require that criminal justice systems not only safeguard procedural fairness but also accommodate the specific vulnerabilities of such individuals, ensuring that their mental health conditions are taken into full consideration during judicial proceedings.

In this context, numerous European countries have developed and implemented comprehensive legal frameworks specifically tailored to address the complexities arising from cases involving mentally incapacitated offenders or those who acquire psychiatric illnesses post-offense. These frameworks encompass detailed procedural safeguards for forensic psychiatric evaluations, the criteria and processes for imposing compulsory medical measures, and clearly defined treatment protocols that balance public safety with therapeutic objectives.

For instance, Germany's Strafprozessordnung (Code of Criminal Procedure) and Strafgesetzbuch (Criminal Code) articulate rigorous standards for forensic psychiatric assessments and establish mechanisms for both the detention of mentally ill offenders in appropriate medical facilities and their eventual reintegration based on medical evaluations. Similarly, France's Code de procédure pénale and Code pénal regulate the appointment of psychiatric experts, the application of mandatory medical treatments, and judicial oversight to protect both the rights of the accused and the interests of society. The United Kingdom, through legislation such as the Mental Health Act 1983 (as amended), provides a detailed statutory framework for compulsory treatment orders, ensuring that individuals suffering from mental disorders receive appropriate care while their legal rights and liberties are safeguarded through regular review mechanisms.

These foreign legal systems commonly emphasize a multidisciplinary approach involving legal professionals, medical experts, and social services, thereby promoting a holistic assessment of the offender's condition and needs. Moreover, the integration of human rights principles into these frameworks ensures that mental health considerations do not undermine the fundamental guarantees of due process, but rather enhance the fairness and legitimacy of criminal justice outcomes.

Such comparative approaches provide invaluable insights and benchmarks for the continuous refinement of Azerbaijan's legal and procedural mechanisms. By aligning domestic legislation and practice with these international standards and best practices, Azerbaijan can enhance both the protection of the rights of mentally incapacitated individuals within the criminal justice system and the effective administration of justice. Ultimately, this contributes to the broader goals of upholding human dignity, ensuring public safety, and reinforcing the rule of law.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In conclusion, criminal procedural processes concerning individuals with mental incapacity or those who develop psychiatric illnesses following the commission of an offense occupy a critical position within the justice system. These processes not only serve the fundamental objective of protecting individual human rights but also ensure the safeguarding of public safety, thereby maintaining social order and legal legitimacy. Azerbaijan's legislation has made significant strides by establishing foundational regulatory frameworks to address these complex issues. However, notwithstanding these legal provisions, various practical and procedural challenges continue to hinder the effective implementation of these norms.

One of the foremost challenges is the limited capacity and resources of forensic psychiatric services, which often results in delays and questions regarding the reliability of psychiatric evaluations. Such delays can prolong investigations and trials, potentially compromising both the rights of the accused and the interests of justice. Therefore, enhancing forensic psychiatric infrastructure and investing in specialized training for experts are indispensable steps toward improving the quality and timeliness of psychiatric assessments.

Furthermore, the lack of clarity and uniformity in the application of compulsory medical measures creates uncertainty in balancing the dual objectives of protecting individual freedoms and ensuring public safety. Establishing clear, standardized protocols and legal criteria for the imposition, monitoring, and revocation of these measures is essential. Additionally, reinforcing procedural safeguards and guaranteeing robust protection of the rights of mentally ill defendants during all stages of the criminal process are crucial for upholding the principles of due process and fair trial.

Drawing upon international human rights standards, notably those articulated by the European Convention on Human Rights, and comparative law experiences from jurisdictions such as Germany, France, and the United Kingdom, can provide valuable guidance in refining national legislation and practice. Such comparative insights can help reconcile the need for effective criminal justice with humane and rights-respecting treatment of mentally ill individuals.

Ultimately, legislative reforms accompanied by practical measures will not only enhance the protection of vulnerable individuals within the criminal justice system but also strengthen public confidence in legal institutions. By ensuring that justice is administered with both fairness and efficacy, Azerbaijan can consolidate the legitimacy of its criminal procedure and contribute to broader societal stability.

REFERENCES

Commentary on the Criminal Procedure Code of the Republic of Azerbaijan / eds. C.H. Movsumov, B.C. Karimov, A.H. Huseynov. Baku: Digesta, 2016, p. 1336.

Abbasova F.M. Special Proceedings in Criminal Procedure. Textbook. Baku: Ecoprint, 2018, 192 pages.

Qafarov M.S. Some Issues Regarding the Differentiation of Criminal Proceedings Based on Categories of Persons // Scientific and Pedagogical News of Odlar Yurdu University. Humanities Series, 2013, No. 38, pp. 118–130.

Mammadova L.I. Features of Proceedings Concerning Different Categories of Persons in the Criminal Procedure of the Republic of Azerbaijan. Textbook. Baku, 2023, 222 pages.

Plenum on the Practical Application of Mandatory Medical Measures by the Courts of the Republic of Azerbaijan – Baku, 08.11.2012.

Keçelioğlu Elvan. “Observation in Criminal Procedure Law”. Ankara Bar Association Journal, No. 3 (May 2015): 221–245.

Nejat Hüseyin Özal. “The Effect of Complete and Partial Mental Illness on Criminal Responsibility.” Master's Thesis, Istanbul University Institute of Forensic Medicine, 1991.

Taşkin, Ozan Ercan. “The Crime of Violation of the Duty of Care and Supervision over Mentally Ill Persons.” Ankara University Faculty of Law Journal 65, No. 4 (December 2016): 2471–2486.

Abidin, Z., Davoren, M., Naughton, L. et al. Susceptibility (Risk and Protective) Factors for In-Patient Violence and Self-Harm: Prospective Study of Structured Professional Judgment Instruments START and SAPROF, Dundrum-3 and Dundrum-4 in Forensic Mental Health Services. BMC Psychiatry, 2013, 13:197.

Albano G.D., Guadagnino D., Midiri M., La Spina C., Tullio V., Argo A., Zerbo S. Torture and Maltreatment in Prison: A Medico-Legal Perspective. Healthcare (Basel). 2023 Feb 15;11(4):576. doi:10.3390/healthcare11040576.

Di Mizio G., Bolcato M., Rivellini G., Di Nunzio M., Falvo V., Nuti M., Enrichens F., Lucania L., Di Nunno N., Clerici M. Protection of Prisoners with Mental Health Disorders in Italy: Lights and Shadows after the Abolition of Judicial Psychiatric Hospitals. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022 Aug 12;19(16):9984. doi:10.3390/ijerph19169984.

Franco Scarpa. “The Italian Reform of Treatment of Persons Not Guilty by Reason of Insanity: The Closure of Forensic Institutions.”

IS LIFELONG LEARNING A MUST IN TODAY'S WORLD?

GÜNÜMÜZ DÜNYASINDA YAŞAM BOYU ÖĞRENME ZORUNLULUK MU?

Dr. Mukadder Güneri
Araştırmacı (Researcer)
Orcid ID: 0000-0002-4384-6183

ÖZET

Geçmişten bugüne eğitim-öğretim insanoğlunun yaşamı için olmazsa olmazı olmuştur. Tarih öncesi çağlarda farkında olmaksızın deneme yanılma yöntemiyle zorunluluktan dolayı çoğu şeyi öğrenen insan, kendi kendini eğitmiş ve kendisinden sonra gelenlere, onların yaşamlarını kolaylaştırmak, ihtiyaçlarını gidermek amacıyla öğretmiştir. Bu süreçten sonra öğrenme, bilinçli bir etkinlik ve bir toplumsal faaliyete dönüşmüştür. Yani eğitim-öğretim, bilenin bilmeyene öğretmesi (usta-çırak ilişkisi) şeklinde başlamış ve sonrası örgün eğitim şeklini almıştır. Görüldüğü üzere eğitimin varlık sebebi, insan ve insanın var olması, yaşam sürecinde gereksinim duyacağı ihtiyaçlarıdır. Bu ihtiyaçlar, insanlığın gelişmesine paralel olarak gelişmiş ve bugün yirmi birinci yüzyıl dünyasında da gelişme hızla devam etmektedir. Öte yandan hızla gelişen iletişim teknolojisine paralel olarak gelişen kitle iletişim araçları, kaçınılmaz olarak iletişimi, eğitim- öğretimin temel aracı haline getirmiştir. Özellikle dijital ortam. Bugün bilgiye ulaşmada, internet ortamı öne çıkmıştır. Bu nedenle, insanın öğrenme alanı, kendi ilgi ve öğrenme isteğine paralel olarak sınırsız hale gelmiştir. Bu durum eğitim- öğretim anlayışının değişmesine neden olmuştur. Özellikle teknolojik alanda hızla devam eden gelişmeler, yeni yaşam biçimlerini ve ihtiyaçları beraberinde getirmiştir. Bu nedenle, bugün gerek bireysel gerekse toplumsal yaşamda, eğitim- öğretim, her zamankinden daha fazla önemli hale gelmiştir.

Bu bildiride, yukarıda belirtilen bilgilerden hareketle, nitel bir yöntem ve fenomonolojik bir yaklaşımla, günümüz dünyasında, yaşam boyu öğrenme bir zorunluluk mu? Sorusuna cevap aranmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnsan, Eğitim- öğretim, Yaşam, Yaşam Boyu Öğrenme.

ABSTRACT

From the past to the present, education and training have been indispensable for human life. In prehistoric times, people who learned most things due to necessity by trial-and-error method without realizing it, educated themselves and taught those who came after them to make their lives easier and meet their needs. After this process, learning turned into a conscious activity and a social activity. In other words, education and training started as the one who knows teaching the one who doesn't know (master-apprentice relationship) and later took the form of formal education. As can be seen, the reason for the existence of education is the existence of humans and the needs that humans will need during their lives. These needs have developed in parallel with the development of humanity and today, development continues rapidly in the world of the twenty-first century. On the other hand, the mass media, which have developed in parallel with the rapidly developing communication technology, have inevitably made communication the basic tool of education and training. Especially the digital environment. Today, the internet environment has come to the fore in accessing information. For this reason,

the learning area of humans has become limitless in parallel with their own interests and desire to learn. This situation has caused the understanding of education and training to change. Rapidly continuing developments, especially in the field of technology, have brought new lifestyles and needs. Therefore, today, both in individual and social life, education and training have become more important than ever.

In this report, based on the information given above, a qualitative method and a phenomenological approach have been used to try to answer the question of whether lifelong learning is a necessity in today's world.

Keywords: Human, Education and training, Lifelong Learning.

GİRİŞ

İnsanlık tarihinin başlangıcından bugününe, birey ve öğrenme açısından bakıldığında 1. İnsanoğlu tarih öncesi çağlarda, farkında olmaksızın deneme yanılma yöntemiyle zorunluluktan dolayı çoğu şeyi öğrenmiş ve kendi kendini eğitmiştir. 2. İnsan, yaşamını devam ettirme mücadelesi verirken öğrenmeyi öğrenmiş ve birlikte yaşadıklarına, kendisinden sonra gelenlere, öğrendiklerini onların yaşamlarını kolaylaştırmak, ihtiyaçlarını gidermek amacıyla öğretmiştir. Bu süreçten sonra öğrenme, bilinçli bir etkinlik ve bir toplumsal faaliyete dönüşmüştür. Toplumların gelişmelerine paralel olarak örgün ve yaygın eğitim şeklini almış ve kurumsallaşmıştır. Görüldüğü gibi eğitimin varlık sebebi, yaşamın sürdürülebilirliğiyle doğrudan ilgilidir. Günümüz dünyasında ise teknolojik gelişmelere paralel olarak gelişen kitle iletişim araçları, kaçınılmaz olarak iletişimi, eğitim- öğretimin temel aracı haline getirmiştir. Özellikle dijital medya, insanın öğrenme alanını, kendi ilgi ve öğrenme isteğine paralel olarak sınırsız hale getirmiştir. Bu durum eğitim-öğretim anlayışının olumlu olduğu kadar olumsuz yönde de değişmesine neden olmuştur. Öte yandan, teknolojik alanda hızla devam eden gelişmeler ve sonuçları, yeni yaşam biçimlerini ve yeni ihtiyaçları beraberinde getirmiştir. Bugün yeni gelişmeleri ve yeni dünyayı daha iyi anlayabilmek için eğitim-öğretime, öncelikle kişisel gelişim için gerekse yaşamın idame edilmesi ve refahının sürdürebilirliği için olmak üzere iki yönden ele alınması, değişen dünya koşulları açısından daha önemli hale gelmiştir.

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Çalışma konumla ilgili gerek ülkemizde gerekse dünya genelinde geçmişten bugüne pek çok çalışmanın yapıldığı ve çalışmaların devam ettiği, sayısız kitapların yazıldığı bilinmektedir. Bu nedenle literatür taramamı çalışma konumla sınırlayarak yaptım. Yeni Türkiye Türk Eğitimi Özel Sayısı (2014 I, II), A. Manguel (.2013) Okumanın Tarihi, James C. Davis (2071.13.Baskı) Taş Devrinde Bugüne Tarihimiz İnsanın Hikayesi, Yusuf Has Hacib (1999) Kutadgu Bilig, P. Burke (2004) Bilginin Toplumsal Tarihi, İsmail Aytaç (1972-2009) Avrupa Eğitim Tarihi, Yahya Akyüz (2015.27.Baskı) Türk Eğitim Tarihi.

METOD0LOJİ

Bu çalışmada fenomenolojik bir yaklaşım benimsenmiş ve nitel bir yöntem izlenerek, iki başlıkta konu genel ele alınarak sonuca gidilmiştir. 1. Birey, 2. Eğitim.

1. Birey

Günümüz dünyasında iletişimin sınır tanımadan kolaylıkla yapılması, bireylerin bilgiye kolay ulaşması, sosyal medyanın gelişmesi bireyler arası iletişimde uzakları yakın etmesi, bireylerin dünyasını şu veya bu şekilde etkilemiş ve etkilemeye devam etmektedir. Yalnız farklı bireylerin

birbiriyle etkileşimleri, farklı sonuçları yaratmaktadır. Bu durum, mukayese ve şüpheci kültürünün gelişmesine neden olmuştur. Örneğin: 1. Daha çok özgürlük, daha çok karmaşa mı? 2. Daha çok kural, daha çok kuralsızlık mı? 3. Daha çok egemenlik, klasik egemenliğin kayboluşu mu? 4. Daha fazla birleşme bütünleşme, daha fazla parçalanma bölünme mi? 5. Daha fazla ekonomik refah, daha çok açlık mı? 6. Daha çok hızlanma, daha çok geride kalma mı? 7. Daha çok kolaylık, daha çok risk mi? (Bülbül,2009:14-18) vb. sorulara bugün cevap aranması gerekir.

2. Eğitim

İletişim teknolojisinin insanlığa sunduğu kolaylıklar, eğitim sektörünü her açıdan etkilemiştir. Resmi, özel tüm eğitim kurumlarının eğitime bakışı, özellikle eğitim araç gerekçelerinin hemen hemen çoğu değişmiştir. Bu değişime paralel olarak eğitim anlayışı da değişmiştir. Bireysel sosyal refahın, toplum olarak ise sürdürebilir istikrarlı bir kalkınmanın olmazsa olmazı eğitimin olduğu hususu, tüm toplumlar tarafından uluslararası platformlarda vurgulana gelmektedir (Güneri, 2014: 134).

Bilginin ve eğitimin kaynağı yıllarca "öğretmen" iken, bugün bilginin neredeyse %90 a yakın edinimi, iletişim araçları aracılığıyla edinilmektedir. Bu durum, şu sonucu doğurmaktadır. Öncelikle en kısa yoldan doğru bilgi edinme yollarının ve bilgilerin doğru zaman ve yerde kullanılmasının öğrenilmesi gerekmektedir.

Erişimin, ulaşımın gün ve gün gelişme kaydetmesi, bireylere, toplumlara yeni imkanlar sunduğu günümüz dünyasında "insanı yaşat ki devlet yaşasın" atasözü, aslında tüm insanlık ve devletler için geçerli. Çünkü iletişim sektörünün ulaşım, haberleşme bu gibi insanlığa sunduğu kolaylıklar, beraberinde fırsatları da getirmektedir. Eğitim bir toplumun bireylerinin tümünü kapsarken, eğitim- öğretim bir disiplin çerçevesinde yürütülmeyi gerektiren ve genelde, resmi, özel kurumların görev alanına girmektedir. Bu nedenle eğitim-öğretiminin bireylerin öncelikle kişisel gelişim eğitimlerinin ve yaşamlarını sürdürebilmek ve yaşam refahlarının sağlanması için mesleki eğitimin tamamlanması hususunun (yani ikili eğitimin) tartışılmaz bir şekilde sağlanması yolunda zorunluluk getirilmelidir. Bugün birey yeter ki istesin, her koşulda eğitimini tamamlayabileceği fırsatlar mevcut.

BULGULAR

Yukarıdaki bilgiler ışığında, gönüllülük esasına göre çeşitli koşullara ve üniversite eğitime sahip hemen hemen elliye yakın bireye sorulan "Günümüz dünyasında yaşam boyu öğrenme zorunluluk mu?" sorusuna aşağı yukarı benzer cevaplar verilmiş, günümüzde yaşamın her evresinde öğrenmenin zorunlu hale geldiği vurgulanmıştır. Yaşam boyu eğitimi yetişkin eğitimi mi görüyorsunuz? sorusuna ise 15 kişi evet cevabı verirken, 25 kişi hayır cevabı vermiştir. 10 kişi görüş belirtmemiştir. Günümüz koşullarının hızla değişkenlik göstermesine işaret edilerek, yaşam koşullarının iyileştirilmesi, var olan koşulların korunabilmesi için yaşam boyu öğrenmenin gerekliliğine işaret edilerek, 25 yaş üstü her bireyi de kapsaması gerektiği vurgulanmıştır.

DEĞERLENDİRME

Savaşı gündeminden çıkaramayan insanoğlu, iletişim teknolojisinin hizmetine sunduğu kolaylıklar ve fırsatlar 21. yüzyıla damgasını vurmuş durumdadır. Uzak mesafeleri yakınlaştırması, birey ve eğitim açısından fırsatlar, geçmişe rağmen çok fazla olmasına rağmen, maliyet yönü göz ardı edilemeyecek boyutta olduğu, fırsatlar kadar gerçek. Ancak, hızla değişen koşullara sağlıklı uyum sağlamak için bilgi edinme, bilgi üretme, ortak değerler üretme,

üretilen ortak değerlerde toplumsal ve bireysel değerleri koruma, teknolojinin hızla devam eden gelişmesine uyum sağlama, içinde bulunulan yaşam koşullarında yaşam kalitesini artırma ve sürdürebilirliği sağlama. Tüm bu ilkeler bilgiyle yaşamayı, ömür boyu öğrenmeyi yaşam tarzı haline getiriyor.

ÖNERİ

Yaşam boyu öğrenme gerçeğinin yanı sıra, araştırılmaya muhtaç hususlar ise; insanlığa sunulan fırsatların, uzun vadede sosyal refahı artırıp artırmadığı, sosyal refah seviyesinin ne oranda olması gerektiği, bilgiye erişimin kolaylığı, eğitim-öğretimin zaman-mekânın sınırını kaldırması bireylerin yaşama dair tercihlerini etkilemesinin sonucu, bireylerin özgürlük alanlarının genişlemesinin kendi adına ve çevresi adına olumlu olumsuz yönleri, bireylerin haberleşme, ulaşım ve bu gibi kolaylıklarının uygulamada onların hareket serbestliğinin maliyeti vb.

SONUÇ

Günümüz dünyasının bireyi, iletişim sektörünün kendisine sunduğu fırsatlar sonucu, sınır tanımadan paylaşmacı bir konumdadır. Bu durumun sınırları gün geçtikçe artmaktadır. Bu paylaşım alanına birey nezdinde genel olarak bakıldığında, daha çok kültürel, çevresel ve yaşam koşulları ile ilgili olduğu görülür. Bilginin niteliğine bakıldığında ise, daha çok yüzeysel olduğu görülür. Birey istisnalar hariç, her koşulda bilgiye ulaşıyor öğreniyor ve görüyor. Ancak edindiği bilgi birikimi, onun yaşam güvencesine, kazanç kapısının sürdürebilirliğine katkısı yok denecek kadar az olmaktadır. Bu nedenle eğitim- öğretim bugün en önemli konuma gelmiştir. Bireyin ikili hatta üçlü eğitimi söz konusudur. Bireyin kişisel eğitimi çoğu zaman onun yaşamını idame etmek için, sosyal refahını artırmak ve yaşam standardını sürdürebilir kılmak için yeterli olmayabiliyor. Bu duruma çok sayıda örnek verilebilir. Bu nedenle günümüz eğitim-öğretim sistemi, bu hususları yaşama geçirecek nitelikte olmalıdır.

Sonuç olarak, içinde bulunduğumuz süreç göz önünde bulundurulduğunda, yaşam boyu öğrenme, bireyin kişisel gelişimini ve yaşamanı idame ettirebilecek eğitimini tamamlamasının sonrasını da kapsamakta olduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır. Yani yaşam boyu öğrenme zorunlu hale gelmiştir denilebilir.

KAYNAKÇA

(1) Akyüz, Yahya, (2008, 2015) Türk Eğitim Tarihi. 27.Baskı. Ankara.

(2) Aytaç, K, (1972, 2009) Avrupa Eğitim Tarihi, Antik Çağdan 19.Yüzyılın Sonlarına Kadar, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Yayını.

(3) Burke, P, (2004) Bilginin Toplumsal Tarihi, çev. Tuncay. M, İstanbul, M. Tarih Vakfı, Yurt Yayını.

(4) Coşkun, Y. D, (2009) "Üniversite Öğrencilerinin Yaşam Boyu Öğrenme Eğilimlerinin Bazı Değişken Açısından İncelenmesi," Basılmamış Doktora Tezi, Ankara, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

(5) Davis James C, (2071.13.Baskı) Taş Devrinde Bugüne Tarihimiz İnsanın Hikayesi, Çev. Barış Bıçakçı, İstanbul, Türkiye İş Bankası Yayınları.

(6) Güneri, Mukadder, (19- 23 2019) "Information Education Training And Digital Environment," Recognition And Appreciation Of Research Contributions To International

Conference On Evolvıng Trends In Interdıscıplınary Research & Practıces, Manhattan, New York.

(7) Güneri, Mukadder, (23-24 Kasım 2019) “Türk Eğitim Tarihi ve Başöğretmen,” Uluslararası 24 Kasım Başöğretmen Eğitim ve Yenilikçi Bilimler Sempozyumu, Ankara.

(8) Güneri, Mukadder, (2-3 March 2018) “life and Education,” 14. International Conference On Social Science, Goethe University, Frankfurt-Germany.

(9) Güneri, Mukadder, (06-07 October 2017) “Innovation and Sustainability” 13. International Conference On Social Sciences, Wien University, Vienna. 2017.

(10) Güneri, Mukadder, (20-21 January 2017) “Why Life Learning” 11. International Conference On Social Sciences, Aalto University, Helsinki-Finland.

(11) Güneri, Mukadder, (31 Mayıs- 02 Haziran 2012) “Eğitim ve Yaşam”, Eğitimin Odağında Artvin Sempozyumu, Artvin Çoruh Üniversitesi.

(12) Güneri, Mukadder, (Ankara 29 Nisan-1 Mayıs 2009) Uluslararası Karşılaştırmalı Edebiyat, Edebiyat ve Dil Eğitimi Kongresi. Ankara, “Atasözü ve Deyimlerin Eğitici ve Öğretici Yönü” adlı bildiri, Gazi Üniversitesi.

(13) http/İline.fi//en/article/researc/220132/three-perspectives-on-active-citizenship-in-lifelong-and life-wide-education-research.

(14) Knapper, C, Cropley. A, (2000) Lifelong Learning in Higher Education, London.

(15) Manguel, A, (2013) Okumanın Tarihi, çev.: F. Eloğlu, İstanbul, Yapı Kredi Yayınları.

(16) Şişman, M, (2002) Eğitimde Mükemmellik Arayışları, Ankara, Pegam Yayınları.

(17) (2023) Türkçe Sözlük, Ankara, Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları.

(18) (2014), Türk Eğitimi Özel Sayısı I.II, Ankara, Yeni Türkiye Stratejik Araştırma Merkezi yayını.

(19) Yusuf Has Hacib, (1999) Kutadgu Bilig, 4. Baskı, Ankara, Çeviren: Reşit Rahmeti

Arat, Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu.

WHY TURKISH

NEDEN TÜRKÇE

Dr. Mukadder Güneri
Araştırmacı (Researcer)
Orcid ID: 0000-0002-4384-6183

ÖZET

Türkçe'nin başlangıç tarihi ve oluşum yılları hakkında pek çok görüş ileri sürülmüş ve bu konuda çalışmalar devam etmektedir. Türkçenin geçmişine bakıldığında tarihi süreçte, devlet başkanı nezdinde bilinen Karamanlı Mehmed Bey ("Bundan böyle dergâhta, pazarda Türkçe konuşulacaktır. Buyruğumdur."), Gazi Zahiruddin Muhammed Babur Padişah, Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün dışında Türkçeye sahip çıkın lider olmamasına rağmen bugün, altı bağımsız devlet başkanı Türkçeye sahip çıkarak, Türkçe ile ilgili başlatılan çalışmaları doğrudan destekleme kararı almışlardır. Bu durum Türkçe'nin geleceği adına ümit var bir durumdur. Dünya'da nüfus yoğunluğu dikkate alınarak belirlenen yaşayan dil sıralamasında, beşinci sırada Türkçe'nin yer aldığı bilim dünyasında kabul görmektedir. Öte yandan teknolojik gelişmelere paralel olarak gelişen iletişim sektörünün toplum bireylerine sunduğu iletişim kolaylığı nedeniyle dünyamız, haberleşme açısından neredeyse bir köy konumundadır denilebilir. Bu nedenle, haberleşmede dil her zamankinden daha önemli hale gelmiştir.

Bu bilgilerden hareketle, bu çalışmada, neden Türkçe sorusuna, nitel bir yöntemle ve fenomenolojik bir yaklaşımla cevap aranmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mehmed Bey, Babur, Atatürk, Türkçe, Neden Türkçe.

ABSTRACT

There have been many views put forward about the beginning and formation years of Turkish, and studies on this subject are ongoing. When we look at the history of Turkish, although there are no leaders who have supported Turkish other than Karamanlı Mehmed Bey ("From now on, Turkish will be spoken in dervish lodges and markets. This is my command."), Gazi Zahiruddin Muhammed Babur and Gazi Mustafa Kemal Atatürk, today, six independent heads of state have supported Turkish and decided to directly support the studies initiated regarding Turkish. This situation is a hopeful situation for the future of Turkish. It is accepted in the scientific world that Turkish ranks fifth in the ranking of living languages determined by considering the population density in the world. On the other hand, it can be said that our world is almost like a village in terms of communication due to the ease of communication offered to individuals of society by the communication sector that has developed in parallel with technological developments. For this reason, language has become more important than ever in communication.

Based on this information, in this study, an answer was sought to the question of why Turkish with a qualitative method and a phenomenological approach.

Keywords: Mehmed Bey, Babur, Atatürk, Turkish, Why Turkish.

GİRİŞ

Türkçenin tarihi seyrine Türk devletleri nezdinde bakıldığında, Türkçenin korunması, yayılması gibi köklü bir stratejilerinin olmadığı görülür. Şöyle ki Türkler tarih boyunca farklı coğrafyalarda devletler kurmuşlar, çeşitli dilleri konuşan çeşitli etnik grupları yönetmişlerdir. Ancak hakimiyetleri sürecinde kendi dillerini ve kültürlerini kabul ettirme gibi bir uygulamaya gittikleri görülmez. Türkler sadece kendi dillerini askeri alanda ve halkın günlük konuşma dilinde kullandıkları halde, yönettikleri toplumların dillerinden ve kültürlerinden etkilenerek, onların dilini kendi dillerinden daha önde tutmalarında bir sakınca görmemişlerdir. Kültürel alanda Farsçanın ve bilimsel alanda Arapçanın etkisi buna örnek verilebilir (Selçuklu ve Osmanlı dönemi).

Türkçenin günümüze kesintisiz gelmesinin en başlıca nedeni, Türk olsun olmasın insanların Türkçeyi konuşuyor olması ve Türkçe eserler yazmalarıdır. (Göktürk, Soğd, Uygur, Mâni, Süryani, Brahmanı, Tibet, İbrani, Çin, Arap, Fars, Ermeni, Grek, Kiril, Latin vb. alfabelerle). Bu eserler Türkçeyi günümüze taşımasının yanı sıra, sürekliliği sağlamıştır. Bir başka açıdan bakıldığında ise çok farklı kültürlerin günümüze kadar gelmesine katkısı olmuştur.

LİTERATÜR TARAMASI

Kaynaklar açısından Türk diline bakıldığında, sözlü anlatım destanlar döneminden başlayarak günümüze kadar bilim camiasında ve dışında sayısız çalışmanın yapıldığı ve halen devam ettiği, pek çok eserlerin ortaya konulduğu görülür. Bu çalışmada öncelikle kaynak taramasında öne çıkan bugün için bilinen ve gelecekte de bilinecek olan Orhon (Orhun) yazıtlarıdır. Ölümsüz taşlar (Bengü taşlar) diye de anılmaktadırlar. Kaşgarlı Mahmud'un 1072-1074 yıllarında derlemiş olduğu yaklaşık dokuz bin Türk dili söz varlığını günümüze taşıyan, Divan ü Lügat-it Türk adlı eseri, Yunus Emre Metinleri, Kutadgu Bilig. Diğer seçilmiş kaynaklara kaynakça bölümünde yer verilmiştir.

METODOLOJİ

Bu çalışmada fenomenolojik bir yaklaşım benimsenmiş ve nitel bir yöntem izlenmiştir. Genel bilgileri içeren kaynaklara yer verilirken, ayrıntılı bilgilerin yer aldığı kaynaklara, makale içinde veya kaynakçada yer verilmiştir.

BULUNTULAR VE DEĞERLENDİRME

Coğrafi Yaygınlığı

Türk dili, Kuzey Buz Denizi'nden Hindistan'ın kuzeyine, Çin Halk Cumhuriyeti'nin içlerinden Avrupa'nın en uç noktasına kadar yayılmış ve milyonlarca kişi tarafından konuşulmaktadır. Günümüz dünyasında, bu coğrafi yayılma daha da artmıştır (Kafesoğlu, 1987: 3-5; Sertkaya, 2018: 36).

Yeryüzünde benzeri olmadığı ifade edilen Türkçe, 10 bin yıla yakın süreden bugüne yayılarak, beş kıtada konuşula geldiği, Unesco'nun belirlemelerine göre, dünya üzerindeki nüfus sayımları dikkate alınarak, konuşulan birinci dil Çince, ikinci dil Hintçe, üçüncü dil İspanyolca, iletişim dili olarak dördüncü dil İngilizce, beşinci dilin ise Türkçe olduğu belirtilmektedir. (Sertkaya: 2018. 37).

Türk dili dünya üzerinde çok geniş bir coğrafyaya yayılmış ve milyonlarca insanın konuştuğu bir dil olmasının yanı sıra bağımsız devlet ve özerk bölgeler açısından bakıldığında, ilk olarak

Türkiye, Azerbaycan, Başkurt, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Türkmenistan ve Çin Uygur Özerk Bölgesi akla gelmektedir. Türkiye dışında özellikle 1980 sonrası Türkçe devlet dili vasfına kavuşmuş olması, Türkçenin yaşam kaynakları daha da genişlemiş ve geleceği adına bir adım atılmıştır. Yakın tarihte ise ortak alfabeye geçişi yolunda çalışmaların yürütülmesi, Türkçenin geleceği adına ümit var durumdur.

Çeşitliliği

Türkçe, yirmiden fazla bilinen farklı konuşulmaktadır. Şemseddin Sami, bu duruma neden olarak geniş coğrafya alanlarını gösterir (Kamus-i Türki, 1317, Önsöz, Dersaadet, İstanbul). Bunlar;

Azerbaycan Türkçesi, Azeri Türkçesi, Balkar Türkçesi, Başkurt Türkçesi, Batı Türkçesi, Çağatay Türkçesi, Çuvaş Türkçesi, Doğu Türkçesi, Tolgan Türkçesi, Eski Anadolu Türkçesi, Gagavuz Türkçesi, Göktürk Türkçesi, Hakas Türkçesi, Halaç Türkçesi, Harezmî Türkçesi, Hazar Türkçesi, Horasan Türkçesi, Karaçay Türkçesi, Karaçay-Balkar Türkçesi, Karahanlı Türkçesi, Karaim Türkçesi, Karakalpak Türkçesi, Karamanlı Türkçesi, Karapapak Türkçesi, Karay Türkçesi, Kazak Türkçesi, Kıpçak Türkçesi, Kırgız Türkçesi, Kırımca Türkçesi, Kırım Tatar Türkçesi, Köktürk Türkçesi, Kuman Türkçesi, Kumuk Türkçesi, Malkar Türkçesi, Nogay Türkçesi, Oğuz Türkçesi, Orhun Türkçesi, Osmanlı Türkçesi, Özbek Türkçesi, Öz Türkçe, Peçenek Türkçesi, Saha Türkçesi, Salar Türkçesi, Sarı Uygur Türkçesi, Sarı Uygur Türkçesi, Şor Türkçesi, Tatar Türkçesi, Teleüt Türkçesi, Terekeme Türkçesi, Tuva Türkçesi, Türkiye Türkçesi, Türkmen Türkçesi, Urum Türkçesi, Uygur Türkçesi, Yakut Türkçesi vb. (Türkçe Sözlük, 2023: 3358).

Farklılıklar

Tarihi süreçte yazılı kaynaklara göre yaşam bulduğu geniş coğrafyaya bakıldığında, pek çok dil, inanç ve kültürlerle iç içe yüzyıllarca varlık göstererek bugüne geldiği ve farklı tarihlerde farklı alfabe kullanılması sonucu olarak, söz varlığının anlatım ve yazımında farklılıkların meydana gelmesi kaçınılmaz olur (Gülsevin, 2018: 444-450).

Söz Varlığı

Coğrafi yaygınlığı, tarihi eskiliği, tarihi süreçte geçirmiş olduğu çeşitli kültürel evreler sonucu, Türk dili zengin söz varlığına sahiptir. Kaşgarlı Mahmud'un 1070 li yıllarda derlemiş olduğu yaklaşık dokuz bin Türk dilinin söz varlığını günümüze taşımıştır. Bugün ise sadece Türkiye Türkçesine ait Türkçe Sözlükte, 132.334 söz varlığı, 45.372 örnek cümle ve sözlük metninde 1.756.396 söz bulunmaktadır. (T.S, 2023: Sunuş).

Yapısal Durumu

Türkçe sağlam bir yapıya ve basit ve kolay gramer özelliklerine sahiptir.

Eril(erkek), dişil(kadın) ve eşya gibi söz varlığı(kelime) cinsiyeti (Almanca, Fransızca, İngilizce, Rusça vb.) yoktur. Bu nedenle, fiil, isim ve sıfat çekimlerinde bir karmaşa ve ayrıcalık görülmez.

Kural dışı fiiller bulunmaz. İsim ve fiil çekimlerinde uyumsuzluk görülmez.

Türkçede kelimeler kök+ ek+ ek+ … düzenine göre oluşur.

İsimlerde çokluk, ismin ses yapısına göre ler + lar ekleriyle ifade edilir.

Kısa sözlerle çok kavramı anlatma gücüne sahiptir.

Türkçenin kendine has ses uyumu, zenginliğini, güzelliğini ortaya koymasının yanı sıra kelimelerin telaffuzunu kolaylaştırır (ünlülerle> ünlüler, ünsüzlerle> ünsüzler arasındaki ses uyumu).

Dışarıdan Türkçeye giren sözcükler, uyarlama gücüyle kendi yapısı içinde uyumlu hale getirir (Yazım Kılavuzu, 2012: 3- 25).

TÜRKÇENİN DÜNÜ

Türk Dilinin ilk yazılı kaynağı Orhun (Orhon) vadisinde dikilmiş olan yazıtlarda, Bilge Tonyukuk, olayları sade, halk diliyle, bazan hükümdar edasıyla kısa ve öz dile getirir. Zaman zaman ise olayları atasözü ve deyimlerle anlatır. Prof. Dr. Ahmet B. Ercilasun, bilge Tonyukuk'u Türk hatıra edebiyatının ilk temsilcisi ve ilk Türk tarihçisi olarak kabul etmektedir (Ercilasun 2004: 133).

Uygur Bitigleri, **6.3.** Yenisey Yazıtları, **6.4.** Moğolistan'da bulunan yazıtlar, **6.5.** Dağlık Altay Cumhuriyetindeki Yazıtlar, **6.6.** Kırgızistan Yazıtları, **6.7.** Türkistan'daki Yazıtlar, **6.8**. Kuzey Kafkasya Yazıtları, **6.9.** Kırım, Balkar ve Macaristan'daki Yazıtlar. Yukarıda belirtilen Türkçenin yazılı belgelerine ilişkin sayısız çalışma yapılır. Başlıcaları: **W. Thomsen (1896**) Inscriptions de I'Orkhaon Dechiffrees par Vilh, Helsinki (2002). **Dr. W. Radloff** (**1899**) Die alttürkischen Inschrift der Mongolei, Die Inschrift des Tonjukuk, Petersburg. **Necip Asım (1925**) Orhun Abideleri, Maarif Vekaleti neşriyatı, İstanbul. **H. Namık Orkun (1936- 41**), Eski Türk Yazıtları, 4 cilt, Ankara. **Muharrem Ergin (1970)** Orhun Abideleri, İstanbul. **Sergev E. Malov (1951)** Pamyatniki drevnetyurkskov pis'mennosti. **Rene Giraud (1961**) I'Inscription de Bain- Tsokto, Paris. **Talat Tekin (1968)** A Grammar of Orkhon Turkic, Bloomington, (2000) Orhon Türkçesi Grameri, Ankara. **Gubeydulla Aydarov (1971)** Yazık orhonskih pamyatnikov drevnetyukskoy pis'mennosti, VIII, Almata. **Çetin Cumagulov (1963-1987**) c. I.II.III. Bişkek. **Alisa Şükürov, A.A. Muharremov (1976)** Gadim Türk Yazık Abidelerinin Dili, Bakü. **G. Abdurrahmanov, A. Rustemov (1982)** Kadimgi Turkiy Til, Taşkent. **Annemaria von Gabain (1941)** Alttürkishe Grammatik, **Leipzig. Doğan Aksan (1971**) Anlambilimi ve Türk Anlambilimi, Ankara (Ercilasun, 2004: 137-148).

Tuna Türklerine ait kaynaklar: **Ahmet Caferoğlu (1958)** Türk Dili Tarihi, İstanbul. Talat Tekin (1987) Tuna Bulgarları ve Dilleri, Ankara. **Veselin Beşevliyev (1974)** Spatgrechische und spatlateininisch Inschriften aus Bulgarian, Berlin. 2. İdil (Volga) Bulgarlarına ait kaynaklar: **Talat Tekin (1988)** Volga Bulgar Kitabeleri ve Volga Bulgarcası, Ankara. **G.V. Yusupov (1960**) Vvedeniye v bulgaru- tatarskkuyu epigrafiku, Leningrad (Ercilasun, 2004: 207-209).

Uygurlara ait kaynaklar: **Ahmet Taşağıl (2002)** "Uygurlar" Genel Türk Tarihi I, Ankara. **İbrahim Kafesoğlu (1996)** Türk Milli Kültürü, İstanbul. Mâni, Budist (Burkan), Hıristiyan ve Müslüman çevrelerine ait metinler. **Reşit Rahmeti Arat (1991**) Eski Türk Şiiri, Ankara. **Talat Tekin (1986)** "İslam Öncesi Türk Şiiri" Türk Dili, Ankara. **Özkan İzgi (1987)** Uygurların Siyasi ve Kültürel Tarihi, Ankara. **Şinasi Tekin (1976)** "Eski Türkçe" Türk Dünyası El Kitabı," Ankara (Ercilasun, 2004: 230).

Karahanlılara ait kaynaklar: **Yusuf Has Hacib, (1070)** Kutadgu Bilig. **Kaşgarlı Mahmud (1072- 174)** Divan ü Lügat'ti Türk. **Yüknekli Edip Ahmet bin Mahmut,** Atebetü'l Hakayık. Hukuk belgeleri**. Ahmet Yesevi,** Divan-ı Hikmet ve onun yolunda gidenlerin şiirleri. Kuran tercümeleri (Ercilasun: 2004: 297).

Harezm- Kıpçak Türkçesine ait kaynaklar: **Zemahşeri, (1128- 1144**) Mukaddimetü'l – Edep. **Nasireddin bin Burhaneddin Rabguzi**, (Kısasu'l- Enbiya. **Şeyh Şeref, (1313**) Muınü'l- Mürid. **Genceli Nizami,** Muhabbetname. **Muhmud bin Ali**, Nehcü'l- Feradis. **Codex Cumanicus**. **Ebu Hayyan Muhammed bin Yusuf (1312)** Kitabıü'l- İdrak Lisani'l- Etrak. Kitabü'l- İdrak. **Halil bin Muhammed- el Konyevi (1343)** Kitab- ı Mecmu- ı Tercüman- ı Türkı ve Acemi ve Mugalı. Et- Tuhfetü' z- Zekiyye fi'l- Lügati't- Türkiyye. **Cemaleddin Ebu Muhammed Abdullah** et- Türkı. Bülgatü'l- Müştak fı lugati't- Türk ve Kıfçak. El- Kavanınü'l- Külliyeye Li- Zaabti'l- Lügati't- Türkiye. **Sadi (1258)** Gülistan Tercümesi, çev. **Seyfi Sarayi**. Baytaratü'l -Vazıh, Münyatü'l- Guzat, Kitabü'l- Hayl, Kitab fı- ilmi'n- Nüşşab (Ercilasun, 2004: 374- 402).

Özbekistan sahasına ait yazar ve şairler; **6.7.1. Sekkaki, Haydar Harezmi**, **Lüthi, Yusuf Emiri**, **Seyyid Ahmed Mirza**, **Gedai, Atai**, **Ahmedi**. **6.7.2. Ali Şir Nevayi, Hüseyin Baykara, Hamidi**, **Şahi**, **Şiban Han**, **Muhammed Salih**, **Babur Padişah**. **6.7.3. Muhammed İvaz,** Yıldızname. **Kul Şerif**, **Vefai** Hive'de, **Kadı Muhammed Neşati**. 6.4. **Ebulgazi Bahadır Han (1660)** Şecere- i Terakime, Şecere-i Türk. **Muhammed Rahim Han,** Mecmuatü'ş- Şuara-i Firuzşahi. **Ömer Han** (Hokand hanı), **Nemenganlı Fazlı, Mecmua'i Ömer Han**. **Mahzune**, **Üveysi**, **Nadire. Abuşka Lugati**, **Bedayiü'l Luga**, **Fazlullah Han**, Fazlullah Han Lugati. Kitab-ı Zeban- ı Türki, **Süleyman Efendi**, **Lugat-i Çağatay ve Türkı-i Osmani (Ercilasun, 2004: 409- 431)**.

Yunus Emre, **Aşık Paşa, Ahmedi**, **Şeyhi**, **Kaygusuz Abdal**, **Dede Korkut**, **Kadı Burhaneddin** Divan-ı, **Hoca Dehhani**, **Sultan Veled**, **Nesimi**, **Kâtip Çelebi**, Mizanü'l -Hak. **Veysi**, **Nergisi**, **Seyyid Vehbi**, Sürname. **Naima tarihi**. 7.2. **Ahmet Rasim**, **Hüseyin Rahmi Gürpınar**, **Mehmet Akif Ersoy** vb. (Ercilasun, 2004: 433-470).

TÜRKÇENİN BUGÜNÜ

Bugünün dünyasında hızla devam eden teknolojik gelişmelere paralel olarak gelişen iletişim teknolojisinin, sistemli bir şekilde birey, toplumlar ve devletlerarası bilgi akışında getirdiği kolaylıklar, yaşamın her alanında pek çok yenilikler getirmiş ve getirmeye devam ederken toplumları, devletleri ve bireyleri birbirlerine her alanda yakınlaştırmıştır. Özellikle "internet" dünyasında sınır tanınmadan yapılan paylaşımlarda kullanılan iletişim dili, insan ilişkilerinde geçmişten daha önemli hale gelmiştir. Bugün genellikle iletişim dili olarak İngilizce kullanılmaktadır. Türkçenin geçmişine rağmen bugün katedilen yolu küçümsenmeyecek boyuttadır. Türk dili dünya üzerinde çok geniş bir coğrafyaya yayılmış ve milyonlarca insanın konuştuğu bir dil olmasının yanı sıra bağımsız devlet ve özerk bölgeler açısından bakıldığında, ilk olarak Türkiye, Azerbaycan, Başkurt, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Türkmenistan ve Çin Uygur Özerk Bölgesi akla gelmektedir. Türkiye dışında özellikle 1980 sonrası Türkçe devlet dili vasfına kavuşmuş olması, Türkçenin yaşam kaynakları daha da genişlemiş ve geleceği adına bir adım atılmıştır. Türkçeye, Türkiye Türkçesi penceresinden bakıldığında, özellikle Kurtuluş Savaşı yıllarından günümüze Türkçenin bayraktarlığını yaptığı görülür. Osmanlı Devleti'nin son yıllarında dilde başlayan yenileşme çalışmaları, Mustafa Kemal Atatürk'ün henüz savaş ortamında iken dile getirdiği ve daha sonra kurumsallaştırılan Türk Dil ve Tarih Kurumları aracılığıyla Türk dili ve tarihiyle ilgili çalışmalar kesintisiz sürdürülmüştür.

TÜRKÇENİN GELECEĞİ

Bilginin sınır tanınmadan paylaşıldığı günümüzde, iletişim dili olarak Türkçe, her zaman olduğundan daha önemli hale gelmiştir. Türk Dünyası Ortak Alfabe Komisyonu tarafından 20 09 2024 tarihinde açıklanan ve 2026 yılına kadar tamamlanacağı ifade edilen ortak Türk

Alfabesi (34 harften oluşan), Türk dilinin gelişmesinin önünü açacak ve geniş kullanım alanı sağlayacağı açıktır. Şöyle ki 1. Sağlam yapıya sahip olması, 2. Türk olsun olmasın her yüzyılda olduğu gibi günümüzde de sürekliliğe katkısı olacak insanların bulunması, 3. Basit ve kolay gramer özelliklerinin bulunması, 4. Türkçenin kendine özgü ses uyumunun olması, 5. Türkçede eril, dişil eşya gibi kelime cinsiyetinin olmaması nedeniyle fiil, isim, sıfat çekimlerinde uyumsuzluk görülmemesi, 6. Türkçede kelimeler kök+ ek+ ek+ ek düzenine göre oluşması, 7. Almanca, Fransızca, İngilizce Rusça vb. dillerde bulunan kural dışı fiiller Türkçede olmaması nedeniyle isim ve fiil çekimlerinde uyumsuzluğun görülmemesi, 8. İsimlerde teklik ve çokluk, ismin ses yapısına göre + ler, + lar ekleriyle ifade edilmesi, 9. En önemli özelliği, kısa sözlerle, çok kavramı ifade etme gücüne sahip olması, 10. Bir başka özelliği de dışarıdan dile girmiş yabancı sözcükleri, uyarlama gücüyle kendi yapısı içinde uyumlu hale getirmesidir. Tüm bu özellikleri, Türk dilinin sürekliliğinin nedenlerinden olduğu gibi gelecek adına da aynı avantajı sağlayacağı görüşünü sağlamlaştırdığı düşünülebilir.

DEĞERLENDİRME

Türk dilinin bilinen ve ulaşılabilir ilk yazılı kaynağı Orhun yazıtları (Orhun Abideleri, Tonyukuk, Köl Tigin ve Bilge Kağan Bengü Taşları), Türk dil ve tarih ve kültürünün ilk yazılı kaynaklarıdır. Prof. Dr. Ahmet Ercilasun, "Bilge Tonyukuk'u Türk hatıra edebiyatının ilk temsilcisi ve ilk tarihçisidir." diye kabul etmektedir (Ercilasun, 2004: 133). Orhun yazıtlarını Türk dili açısından genel değerlendirildiğinde; Askeri, dini, idari, kültürel, sanat, sosyal açıdan Türk diline kaynak teşkil etmektedir. Çoğunlukla sade, kısa sözcüklerle olaylar akıcı bir şekilde anlatılmaktadır. Okuyucuya düşünme fırsatı vermeden anlatıma son verilmektedir. "Ey Türk halkı! Daha tok olacaksın, aksi takdirde aç olduğun zaman doyamazsın, ama iyice doyunca da aç olamazsın?" (Ergin, 2007: 29; Thosen, Köken: 2002: 167). Yukarıda ifade edildiği üzere, Kaşgarlı Mahmud, derlemiş olduğu yaklaşık dokuz bin Türk dilinin söz varlığını, Türk dilinin ilk sözlüğü kabul edilen Divan ü Lügat-it Türk adlı eseriyle günümüze taşımıştır. Bugün ise sadece Türkiye Türkçesine ait Türkçe Sözlük (2023. 12.Baskı Türk Dil Kurumu yayını.). Sunuş. 132.334 söz varlığı, 45.372 örnek cümle ve sözlük metninde 1.756.396 söz bulunmaktadır. **Kutadgu Bilig**, **Atebetü'l Hakayık**, Türkçenin gerek söz varlığı açısından gerekse edebi açıdan bilim dili vasfını kazandığı eserlerdir. Ayrıca insanlık yasadıkça değerini yitirmeyecek bilgi, deneyim, adalet ve bu gibi hususları günümüze taşır. **Hilyetü'l-Lisan ve Hülbetü'l-Beyan**, Arapça, Türkçe ve Moğolca sözlük, **Codex Cumanicus** Kıpçak (Kuman) sözlük, **Kitabü'l İdrak li-Lisani'l- Etrak, Kitabü'l- İdrak, Kitab-ı Tercüman-ı Türki ve Acemı ve Mugalı, Et-Tuhfetü'z- Zekiyye fi'l-Lügati't- Türkiye**, **Bülgatü'l- Müştak fı Lugati't- Türk ve'l-Kıfçak Ed- Dürretü'l- Muiyye fi'l- Lügati't- Türkiyye** gibi pek çok sözlük kaleme alınır. Öte yandan pek çok çevir eserler yazılır. Özbekistan sahasında Türk dili altın çağını yaşar. **Sekkaki, Haydar Harezmi, Seyyid Ahmed Mirza, Gedai, Atai**, Ahmedi. **Ali Şir Nevayi**, **Hüseyin Baykara**, **Hamidi**, Şahi, **Şiban Han, Muhammed Salih, Babur** Padişah Vakaii, **Şiban Han** Divan, **Muhammed İvaz** Yıldızname, **Kul Şerif, Vefai** Hive'de, **Ebulgazi Bahadır Han (1660) Şecere- i Terakime, Şecere-i Türk, Muhammed Rahim Han Mecmuatü'ş- Şuara-i Firuzşahi**, **Ömer Han(Hokand hanı), Nemenganlı Fazlı** Mecmua'i Ömer Han, **Mahzune**, Üveysi, Nadire, **Abuşka Lugati**, **Bedayiü'l Luga, Fazlullah Han** Fazlullah Han Lugati, **Kitab-ı Zeban- ı Türki**, **Süleyman Efendi Lugat-i Çağatay ve Türkı-i Osmani. Yunus Emre, Aşık Paşa, Ahmedi, Şeyhi, Kaygusuz Abdal, Dede Korkut, Kadı Burhaneddin Divan-ı, Hoca Dehhanı, Sultan Veled, Yunus Emre, Nesimi, Katib Çelebi Mizanü'l -Hak, Veysi, Nergisi, Seyyid Vehbi Sürname, Naima tarihi, Şeyh Galib, Ahmed Mitad, Abdulhak Hamid, Rezaizade Ekrem, Namık Kemal, Mehmet Rauf, Halit Ziya Uşaklıgil, Ömer Seyfeddin, Ali Canip, Ziya Gökalp, Hamdullah Suphi, Yusuf Akçura, Yakup Kadri Karaosmanoğlu, Fuad Köprülü, Reşat Nuri Güntekin, Yahya Kemal**

Beyatlı, Faruk Nafiz Çamlıbel, Ahmet Rasim, Hüseyin Rahmi Gürpınar, Mehmet Akif Ersoy… vb. şair ve romancılar Türkçeye kazandırdıkları sayısız eser ile Türk diline eşsiz bir dil hazinesi kazandırmışlardır.

Başlangıçtan bugüne Türkçeye ait bir bütün olarak verilen yazıtlar, eserler kronolojik sıra izlenerek değerlendirildiğinde görüleceği üzere Türkçe, köklü ve çok zengin bir geçmişe sahiptir. Dünyada yaşayan diller arasında beşinci sırada yer aldığı bilim dünyasında kabul gören Türkçe, geçmişten bugüne özellikle Türkiye Türkçesi, Türk Dilinin kesintisiz bayraktarlığını yapmıştır. Türkiye dışında özellikle 1980 sonrası Türkçe devlet dili vasfına kavuşmuş olması, Türkçenin yaşam kaynakları daha da genişlemiş ve geleceği adına bir adım atılmıştır.

Osmanlı Devleti'nin son yıllarında dilde başlayan yenileşme çalışmaları Mustafa Kemal Atatürk'ün henüz savaş ortamında iken dile getirdiği ve daha sonra kurumsallaştırılan Türk Dil ve Tarih Kurumları aracılığıyla Türk dili ve tarihiyle ilgili çalışmalar içte ve dışta kesintisiz sürdürülür. Bilginin sınır tanınmadan paylaşıldığı günümüzde, iletişim dili olarak Türkçe, her zaman olduğundan daha önemli hale gelmiştir. Türk Dünyası Ortak Alfabe Komisyonun 20 09 2024 tarihinde açıkladığı 2026 yılına kadar tamamlanacağı ifade edilen ortak Türk Alfabesi (34 harften oluşan), Türkçenin gelişmesinin önünü açacak ve geniş kullanım alanı sağlayacağı tahmin edilmektedir.

SONUÇ

Genel bir ifade vardır "Coğrafya kaderdir" oysa coğrafyanın yanı sıra ortak tarih ve dil de kaderdir denilebilir. Bu görüşe en güzel örnek Türk Dili verilebilir. Neden mi? Derin bir geçmişe dayanan Türk dili farklı coğrafyalarda konuşula gelmesine rağmen ana dili, boy dili, boylar dili, imparatorluk dili, devlet dili olarak hiç kesintiye uğramadan belirli evrelerden geçerek günümüze kadar gelmiştir. Bu sürekliliğe örnek olarak Türkiye Türkçesini vermek sanırım yanlış olmaz. Türk dilinin geleceğine ilişkin bir görüş bildirilmeden önce, yukarıda kısıtlı bir kronolojik sıralamaya Türk dilinin tarihi seyrine bir göz atmak gerek. Görüleceği üzere Türk dili, tartışılmaz zengin birikimiyle tarihi süreçte sürdürebilirliği yakalamış ve günümüze kadar, çok geniş coğrafyada konuşula gelmiştir. Geleceğin dijital ortamında rekabet edip edemeyeceği sorusuna karamsar bakmak, Türk diline haksızlık olur. Neden mi? Dilde, Eril, dişil ve eşya diye bir ayırım yoktur. Sağlam yapıya sahiptir. Gramer özellikleri basit ve kolaydır. Kendine özgü ses uyumu vardır. Kelimeler kök+ ek+ ek+ ek düzenine göre oluşturulur. Kural dışı fiiller yoktur. Bu nedenle isim ve fiil çekimlerinde uyumsuzluk görülmez. İsimlerde teklik ve çokluk, ismin ses yapısına göre + ler, + lar ekleriyle ifade edilir. En önemli özelliği, kısa sözlerle, çok kavramı ifade etme gücüne sahip olmasıdır. Bir başka özelliği de dışarıdan dile girmiş yabancı sözcükleri, uyarlama gücüyle kendi yapısı içinde uyumlu hale getirmesidir. Tüm bu özellikleriyle günümüz dijital dünyasında gelecekte hak ettiği yerini alacağı kesindir denilebilir. Bu sonuçtan hareketle, Türkçe konuşan devletler ve toplumlar, Türkçeye her zamankinden daha fazla değer verme, sahiplenme ve bu doğrultuda yapılacak çalışmaları destekleme gibi hususlara öncelik vermesi, Türkçe'nin geleceğini birinci dereceden etkileyeceği kesindir.

Sonuç olarak, konuşulan nüfus oranı, coğrafi yaygınlığı, tarihi eskiliği ve zengin edebi ve kültürel birikimi, sağlam yapısı, geçmişe nazaran günümüzde devletlerin liderleri nezdinde destek görmesi vb. hususlar tümüyle değerlendirildiğinde, yakalamış olduğu tarihi fırsat nedeniyle gelecek Türkçenin denilebilir.

KAYNAKÇA

(1) Akalın, Şükrü Haluk, (1995) Tannagaşeva, N.N. Kurpeşko. Şor Sözlüğü. Adana.

(2) Aksan, Doğan, (1987) Türkçenin Gücü. Ankara.

(3) Aksan, Doğan, (2005) Türkçenin Söz Varlığı. Ankara, Ergin Yayınevi.

(4) Arat, Reşit Rahmeti, (1987) Makaleler. Cilt I. Ankara

(5) Bozkurt, Fuat (2002) Türklerin Dili, Ankara, T. C. Kültür Bakanlığı Yayını.

(6) Emel, Esin (1978) İslamiyet'ten Önceki Kültür Tarihi ve İslam'a Giriş. İstanbul.

(7) Ercilasun, Ahmed (2004) Başlangıçtan Yirminci Yüzyıla Türk Dili Tarihi, Ankara, Akçağ Yayını.

(8) Ergin, Muharrem, (2007, 39. Baskı) İnceleme I. Orhun Abideleri. İstanbul, Boğaziçi Yayını.

(9) Güneri, Mukadder, (22-24 Kasım 2019) "Türk Dilinin Söz Varlığı Türkiye Azerbaycan Lehçelerine Kısa Bir Bakış," Baku, On The 100th Anniversary of Is Independence Azerbaijan-Turkey Relations on Language And Culture International Symposium.

(10) Güneri, Mukadder, (24 Mayıs 2019) "Türk Dilinin Söz Varlığı ve Türkiye Kazakistan Türkçelerine Kısa Bir Bakış," Almata, Materials International Scientific and Theoretical Conference History and Knowledge: The Paradigms Of Studying The Language Of The Ancient Heritage," dedicated to the 80th anniversary of the eminent Turkologist, etymologist, theologian doctor of philological sciences, member Of the Union of journalist of the USSR professor of Kaznu named Al-Farabi, Berikbai Sagyndykuly.

(11) Güneri, Mukadder, (2019) "Türkçede Belli Başlı Fiiller ve Lehçelere Kısa Bir Bakış," Kayseri, Uluslararası Erciyes Bilimsel Araştırmalar Kongresi.

(12) Güneri, Mukadder, (13-16 Kasım 2017) "Küreselleşme Türk Dünyası ve Türkçe" Türk Dili Konuşan Ülkeler Kurultayı, Ankara, Yeni Türkiye Türk dili özel sayısı II. Yeni Türkiye Stratejik Araştırma Merkezi Yayını.

(13) Kafesoğlu, İbrahim, (1987) Türk Dünyası El Kitabı, Ankara.

(14) Kaşgarlı Mahmud, (2018. 7. Baskı) Divan ü Lügat-it Türk. Çev. Besim Atalay. Ankara, Türk Dil Kurumu Yayını,

(15) Sami, Şemseddin, (2013. 2. Baskı) Orhun Abideleri. Haz. Gıyasettin Aytaş. Ankara, Akçağ Yayınları.

(16) Sertkaya, Osman Fikri. (2018) "Türkçenin Yaşı- Eski Türkçeden Yeni Türkçeye" Ankara. Yeni Türkiye Türk Dili Özel Sayı I, sayı:99. Yeni Türkiye Stratejik Araştırma Merkezi Yayını.

(17) Taşağıl, Ahmet, (2004) Çin Kaynaklarına Göre Eski Türk Boyları. Ankara, Türk Tarih Kurumu Yayını.

(18) Thomsen, V, Köken, (2002) Orhon Yazıtları Araştırmaları. Çev. ve Haz. Vedat Köken. Ankara, Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayını.

(19) Türkçe Sözlük, (2023) Haz. Mustafa Argunşah. Ankara, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayını.

(20) Yazım Kılavuzu (2012. 27. Baskı) Ankara, Türk Dil Kurumu Yayınları.

(21) Yudahin, K.K, (1998) Kırgız Sözlüğü. Çev. Abdullah Taymas, Ankara, Türk Dil Kurumu Yayını.

INVESTIGATING DEPRESSION AND ANXIETY IN DIALYSIS PATIENTS: A TRADITIONAL REVIEW

DİYALİZ HASTALARINDA DEPRESYON VE ANKSİYETENİN İNCELENMESİ: GELENEKSEL DERLEME

Nurten OZEN

Istanbul University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Istanbul, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3988-0474

Elif KIZMAZ

Gaziosmanpaşa Medical Park Hospital, Department of Internal Medicine, Istanbul, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4421-0152

Gulsum ALTIN

Acibadem Kozyatağı Hospital, Department of Operating Room, Istanbul, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-9483-3865

ABSTRACT

Introduction and Purpose: It is observed that depressive symptoms in dialysis patients are not adequately investigated and treated. This study aims to synthesize existing knowledge and identify gaps regarding the prevalence, effects, and management of depression and anxiety in dialysis patients by examining postgraduate theses and published research articles on depression and anxiety in dialysis patients.

Materials and Methods: The data for this study, written in the review format, were obtained through searches conducted in the National Thesis Center and PubMed databases. The population of the study consisted of postgraduate theses containing the terms "dialysis" and ("depression" or "anxiety") in the National Thesis Center, and research articles obtained through searches with the keywords (((depression) OR (anxiety)) AND (dialysis)) in the PubMed database. The sample of the study consisted of all the theses accessed from the start of postgraduate education in nursing in the National Thesis Center in 1968 up to 2023, and research articles published in nursing journals in the years 2019-2023 and whose full texts were accessed in the PubMed database.

Results: Thirty-one studies were included in the research. The prevalence of depression and anxiety in dialysis patients and the effectiveness of various interventions on these disorders were examined. The findings showed that various interventions provided significant results in managing depression and anxiety in dialysis patients. Additionally, it was found that some interventions did not show a significant effect. Music Therapy, Benson's Relaxation Technique, and Lavender Aromatherapy interventions were frequently preferred among the interventions examined for their effectiveness.

Discussion and Conclusion: Depression and anxiety are commonly seen in individuals undergoing dialysis treatment, and it is possible to manage them with various interventions. The differences in the scales used in research and inconsistencies in the effectiveness of some interventions indicate the need for standardization in measurement and evaluation for future research.

Key Words: Dialysis; Depression; Anxiety; Dialysis Nursing

ÖZET

Giriş ve Amaç: Diyaliz hastalarında depresif semptomların yeterince araştırılmadığı ve tedavi edilmediği görülmektedir. Bu çalışma, diyaliz hastalarında görülen depresyon ve anksiyetenin lisansüstü tezler ve yayınlanmış araştırma makaleleri incelenerek; diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyetenin yaygınlığı, etkileri ve yönetimi hakkında mevcut bilgiyi sentezlemeyi ve eksiklikleri saptamayı amaçlamaktadır.

Gereç ve Yöntemler: Geleneksel derleme türünde yazılmış bu araştırmanın verileri, Ulusal Tez Merkezi ve PubMed veri tabanlarında yapılan taramalar sonucunda elde edildi. Çalışmanın evrenini, Ulusal Tez Merkezinde "diyaliz" ve ("depresyon" veya "anksiyete") terimlerini içeren lisansüstü tezler ile PubMed veri tabanında (((depression) OR (anxiety)) AND (dialysis)) anahtar kelimeleriyle yapılan arama sonucu ulaşılan araştırma makaleleri oluşturdu. Ulusal Tez Merkezinde hemşirelikte yüksek lisans eğitiminin başladığı 1968 yılından başlayarak 2023 yılı da dahil olacak şekilde ulaşılan tüm tezler ve PubMed veri tabanında 2019-2023 yılları arasında hemşirelik dergilerinde yayınlanan ve tam metnine ulaşılan araştırma makaleleri araştırmanın örneklemini oluşturdu.

Bulgular: Araştırmaya otuz bir çalışma dahil edildi. Diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyetenin yaygınlığı ve çeşitli müdahalelerin bu bozukluklar üzerindeki etkinliği incelendi. Elde edilen bulgular çeşitli müdahalelerin diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyete yönetimine dair anlamlı sonuçlar verdiğini gösterdi. Bunun yanı sıra bazı müdahalelerin anlamlı bir etki göstermediği saptandı. Müzik Terapisi, Benson'un Rahatlama Tekniği ve Lavanta Aromaterapisi müdahalelerinin etkinliği incelenen müdahaleler içerisinde sıklıkla tercih edildiği görüldü.

Tartışma ve Öneriler: Depresyon ve anksiyetenin diyaliz tedavisi alan bireylerde yaygın olarak görüldüğü ve çeşitli müdahaleler ile yönetilmesinin mümkün olduğu görüldü. Araştırmalarda kullanılan ölçeklerin farklılık göstermesi ve bazı müdahalelerin etkinliğindeki tutarsızlıklar gelecekteki araştırmalar için ölçme ve değerlendirmede standartlaştırma gerekliliğine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyaliz; Depresyon; Anksiyete; Diyaliz Hemşireliği

GİRİŞ

Kronik Böbrek Hastalığı (KBH); üç ay veya daha uzun sürede glomerüler filtrasyon hızının 60ml/dk/1.73 m^2'nin altında seyrettiği progresif ve geri dönüşümsüz bir böbrek hastalığıdır.[1] Kronik Böbrek Hastalığının gelişimini etkileyen bir dizi risk faktörü bulunmaktadır. İleri yaş, kontrolsüz diyabet, proteinüri, sistemik hipertansiyon ve nefrotoksinler KBH'nın bilinen risk faktörleri arasındadır. KBH beş farklı evrede tanımlanır.[2] Evre beş kronik böbrek hastalığında veya diğer adıyla son dönem böbrek yetmezliğinde (SDBY) böbrek fonksiyonları büyük oranda geri dönüşümsüz olarak kaybedilir, glomerüler filtrasyon hızı 15 ml/dk'nın altına düşer, bu nedenle hastalığa sahip bireyler renal transplantasyon, hemodiyaliz ve periton diyalizi gibi

tedavi yöntemlerine ihtiyaç duyar.[3,4] Diyaliz, böbrek fonksiyonlarının yapay ekipmanlarla desteklenerek gerçekleştirildiği bir böbrek replasman tedavisidir. Böbreklerin kanın süzülmesi sırasında doğal olarak gerçekleştirdiği fazla sıvıyı, çözünmüş maddeleri ve toksinleri uzaklaştırma işlemi diyaliz tedavisi kullanılarak yapay bir yolla sağlanır. Bu tedavi, vücuttaki homeostazı koruyarak ani bir böbrek fonksiyon kaybı olan akut böbrek yetersizliği veya kronik böbrek hastalığı gibi hayati durumlar için büyük önem taşır.[5] Böbrek replasman tedavilerindeki gelişmelere ve hayatta kalma oranlarındaki artışlara rağmen, kronik böbrek hastalığının kendisinin ve tedavi sürecinin zorluğunun bir sonucu olarak hastalar birçok fiziksel, psikolojik ve sosyal sınırlamayla karşı karşıya kalır.[6] SDBY hastalarının hastalık sürecinde maruz kalabilecekleri problemler arasında: bozulmuş böbrek fonksiyonları, sindirim problemleri, nörolojik komplikasyonlar, kemik sağlığı sorunları, anemi, kalp yetmezliği, azalmış bilişsel yetenek, bozulmuş cinsel fonksiyon, diyet kısıtlamaları gibi sorunlar bulunmaktadır.[7] SDBY'nin psikososyal stres etkenleriyle baş etme ihtiyacı, hastaların yaşam kalitesini ve ruh sağlığını doğrudan etkilemektedir.[6] Hastalığın kendi belirtilerine ek olarak, kronik hastalığa sahip olmanın yol açtığı psikolojik tepkiler hastalarda depresyon ve anksiyeteye yol açabilir.[7]

Kronik böbrek hastalığı, etiyolojisi popülasyon farklılıkları doğrultusunda değişen ve insan sağlığını tehdit eden küresel bir halk sağlığı sorunudur. Gelişmiş ülkelerde; hipertansiyon, diyabet, artmış vücut kitle indeksi ve sigara kullanımı yaygın olarak bilinen risk faktörlerindendir. Gelişmekte olan ülkelerde enfeksiyöz glomerülonefrit ve interstisyel nefrit gibi nedenlerin de kronik böbrek hastalığına yol açtığı bilinir. Bunun yanı sıra ürolitiazis, uzun süreli ilaç kullanımı ve çevresel faktörler de kronik böbrek hastalığının etiyolojisinde önemli bir rol oynar.[8,9] Anksiyete ve depresyon diyaliz hastalarında en sık görülen psikiyatrik bozukluklar arasındadır.[10] Diyaliz tedavisi alan hastaların psikolojik deneyimleri farklılık gösterir hastalarda depresyon daha yaygın olarak görülür buna karşın anksiyetenin de yaygınlığına dair bir farkındalık vardır.[11] Hastalarda anksiyete ve depresyonu tetikleyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında sık hastaneye yatışlar komorbid hastalıklar, kronik ağrı, uyku bozuklukları, kronik inflamasyon, diyet ve sıvı kısıtlamaları, artmış yorgunluk, azalmış cinsel fonksiyon, üremi, aile desteğinin eksikliği, günlük yaşam kısıtlamaları gibi tedavi rejimine uyumsuzluk ve tedavi ve sağlık profesyonellerine bağımlı olma gibi durumlar bulunur.[12,13]

Kronik böbrek hastalığındaki küresel artışa dayanarak KBH'nin 2040 yılına kadar kronik hastalıklar içerisinde en yaygın görülen beşinci hastalık olacağı ve renal replasman tedavisine ihtiyaç duyan kişi sayısının 2030 yılına kadar 14,5 milyona çıkacağı öngörülmektedir.[14,15] Güncel verilere göre dünya genelinde son dönem böbrek hastalığının insidansı milyon nüfus başına 750 olarak hesaplanmıştır.[14] Uluslararası Nefroloji Topluğunun yayınladığı 2019 ve 2023 raporlarında kronik diyaliz ve KBH hastalığının global prevalans ve insidansına ilişkin güncel veriler paylaşılmıştır. Rapora göre: Dünya genelinde kronik böbrek hastalığının küresel ortalama yaygınlık oranının %9,5 olduğu görülmektedir. Ortalama yaygınlık oranı Doğu ve Orta Avrupa'da en yüksek oranlarda olmasına karşılık Afrika'da en düşüktür.[16] Raporda sunulan global verilere göre kronik periton diyalizi tedavisi alan hasta sayısının ortalama değeri milyon nüfus başına (mnb) 38,1'dir. Bu oran 0,1 mnb orana sahip Mısır'dan 486,7 mnb orana sahip Meksika'ya kadar değişkenlik göstermektedir.[17] Kronik hemodiyaliz tedavisi alan hasta sayısının ortalama değeri 323 mnb dür. Ancak bu değer ülkeler ve bölgeler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Afrika 12 mnb oran ile kronik hemodiyalizin en düşük yaygınlık oranına sahip bölgedir, bunun yanı sıra Kuzey ve Doğu Asya, en yüksek yaygınlık oranlarına sahiptir. KBH'nın en yüksek yaygınlık oranına sahip üç ülke Japonya (%20,2), Porto Riko (%16,8) ve Estonya'dır (%16,8).[16] Son dönem böbrek hastalığının küresel epidemiyolojisi, her ülkenin benzersiz genetik, çevresel, yaşam tarzı ve sosyodemografik özelliklerini yansıtmaktadır.[18]

Türkiye'ye ait kronik böbrek hastalığı ve renal replasman tedavileri ile ilgili bilinen en güncel istatistikler Türk Nefroloji Derneği tarafından 2022 raporuyla paylaşılmıştır. Rapora göre: Türkiye'de böbrek replasman tedavisi gerektiren son dönem böbrek hastalığının insidansı 2022 yılında milyon nüfus başına 160,9 olarak hesaplanmıştır. SDBY hastalarında hemodiyaliz ve renal transplantasyon tedavi insidansı erkek hastalarda kadın hastalara göre daha yüksek olmasına rağmen periton diyalizinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Periton diyalizi ile tedavi gören son dönem böbrek yetmezliğine sahip hasta prevalansı kadın hastalarda erkek hastalardan daha yüksektir. Periton diyalizi dışında verilen böbrek replasman tedavilerinde ise erkeklerdeki prevalans kadınlardan belirgin olarak daha fazladır.[19] Türk Nefroloji Derneğinin 2020 yılında yayınlanmış raporuna göre planlı tedaviler %72,66 ile Hemodiyaliz (HD), %23,28 ile Transplantasyon ve %4,6 ile Periton diyalizi (PD) olarak dağılım göstermektedir.[20]

Diyaliz hemşireleri akut böbrek yetmezliği veya kronik böbrek yetmezliği gibi bireyin renal replasman tedavisine ihtiyaç duyduğu durumlarda hastaya gerekli diyaliz tedavisini sağlayacak yetkinliğe sahip profesyonellerdir. Diyaliz hemşiresi tedaviyi alacak hastanın bakımından doğrudan sorumludur. Hastaların tedavi aldıkları süreçte fiziksel, duygusal ve sosyal durumu hemşireler tarafından takip edilir ve olası bir durumda gerekli görülürse destek sağlanır.[21] Kronik böbrek hastalığına sahip bireylerin sağlık hizmetlerinden yararlanırken karşılaştıkları fiziksel ve duygusal ihtiyaçlar oldukça çeşitlidir. Bu bireylere verilen bakım; hastaların tedavi sürecinde karar vermelerine yardımcı olmak, sağlık durumları hakkında bilgi edinmelerini sağlamak ve kişisel bakım ihtiyaçlarını empatiyle ve bireye özgü bir yaklaşımla karşılamak gibi yaklaşımları içerir. Tedavi sadece tıbbi bilgi ve becerilerle sınırlı değildir; hastanın ve hasta yakınlarının duygusal ihtiyaçlarını anlamak, hastanın tedavi sürecini etkileyen önemli unsurlardan biridir.[22] Nefroloji ekibinin hastanın tedavi sürecini optimize etme konusunda gösterdikleri tüm çabalara rağmen diyaliz süresince ve sonrasında ciddi problemler görülmeye devam edilmektedir.[23] Diyaliz tedavisi almaya başladıktan sonra besin kısıtlamaları, hastalık nedeniyle işsizlik, cinsel ilgi ve davranış değişiklikleri, maddi yük artışı ve ölüm korkusu gibi stres kaynakları hastaların ruh sağlığı üzerinde olumsuz bir etki gösterir.[24]

Psikiyatrik bozukluklar, son dönem böbrek yetmezliğine sahip hastalarda yaygındır. Anksiyete ve depresyon da bu grupta yaygın olarak görülen psikiyatrik bozukluklardandır.[25] Özellikle hemodiyaliz tedavisi alan hastalar, anksiyete ve depresif sorunlar nedeniyle sıklıkla ruh sağlığı desteğine ihtiyaç duyarlar. Anksiyete ve depresyon çoğunlukla birlikte görülen hastalıklardır ve psikososyal faktörler ve hastaların yaşam kalitesine ilişkin algıları ile ilişkilidir. Ancak, hemodiyaliz birimlerinde hastaların ruh sağlığı ve yaşam kaliteleri ile ilgili parametreleri takip edebilecek multidisipliner ekiplerin olması yaygın olarak görülebilen bir durum değildir. Büyük diyaliz merkezleri için en büyük klinik zorluklardan biri, hemodiyaliz hastalarında anksiyete ve depresyonun tanınması ve bu duruma sahip hastalara uygun tedavinin sağlanmasıdır.[26,27] Hemşireler anksiyete tedavisinde etkili olan bazı yaklaşımları kullanarak hastaların desteklenmesi ve iyileştirmesini kolaylaştırabilir. Bu yaklaşımlar; Hastanın anksiyete düzeyini değerlendirmek, tetikleyici faktörleri belirlemek, hastaya anksiyete konusunda eğitim vermek, destek gruplarına katılmasını teşvik etmek ve ruh sağlığı danışmanlığı almalarını önerme gibi çeşitli seçenekler barındırır.[28] Depresyon ise bireylerde fiziksel ve psikolojik zorluklara yol açar ve ortaya çıkan zorluklar bireyin günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmelerinde fonksiyonel azalmaya neden olabilir.[29] Diyaliz hastalarında görülen depresyonun tedavi edilmemesi durumunda büyük oranda kendiliğinden düzelmediği bilinir. Bu duruma rağmen diyaliz hastalarında depresif semptomların yeterince araştırılmadığı ve tedavi edilmediği görülür.[30] Hemşireler, hastalarda gelişen depresyonun tespit edilmesi ve yönetilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda, hemşirelerin depresyon belirtilerini tanımlama konusunda eğitilmesi ve bu belirtileri dikkatle değerlendirmeleri gerekmektedir.[28] Kronik böbrek hastalığı ve renal replasman tedavisinin sonucu olarak hastalarda görülen yüksek düzeyde stres,

anksiyete ve depresyona gibi psikolojik sorunlar uygun şekilde tedavi edilmediğinde, morbidite, hastaneye yatış ve mortalite oranlarında artışa yol açarak olumsuz etkilere yol açar.[31] Bu çalışma, diyaliz hastalarında görülen depresyon ve anksiyetenin lisansüstü tezler ve yayınlanmış araştırma makaleleri üzerinden incelenmesini, diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyetenin yaygınlığı, etkileri ve yönetimi hakkında mevcut bilgiyi sentezlemeyi ve eksiklikleri saptayarak gelecek çalışmalara yönelik önerilerde bulunmayı hedeflemektedir. Bu sistematik incelemede, ülkemizde diyaliz tedavisi, anksiyete ve depresyon ilişkisi ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin ve PubMed veri tabanında anksiyete, depresyon ve diyaliz anahtar kelimeleri ile yapılan tarama sonucunda ulaşılan ve hemşirelik dergilerinde yayınlanan araştırma makalelerinin incelenerek elde edilen verilerin sistematik bir şekilde değerlendirilmesi amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma verileri Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi ve Pubmed veri tabanında yapılan tarama ile elde edildi. Çalışmanın evrenini başlığında "diyaliz" ve ("depresyon" veya "anksiyete") terimleri bulunan tüm lisansüstü tezler ile PubMed veri tabanında (((depression) OR (anxiety)) AND (dialysis)) anahtar kelimeleri ile yapılan tarama sonucunda ulaşılan çalışmalar oluşturdu. Lisansüstü tez taramaları: hemşirelikte yüksek lisans eğitiminin başladığı 1968 yılından başlayarak 2023 yılı da dahil olacak şekilde ulaşılan tüm tezler; PubMed veri tabanında 2019-2023 yılları arasında hemşirelik dergilerinde yayınlanan ve tam metnine ulaşılan araştırma makaleleri araştırmanın örneklemini oluşturdu.

Araştırmaya dahil edilme kriterleri

Tez ilişkili kriterler

- Tez başlığında ("diyaliz") ve ("depresyon" veya "anksiyete") kelimelerinin yer alması.
- Tezin hemşirelik anabilim dalı/dalları tarafından yapılmış olması
- Tezin erişime açık olması

Veri tabanı ilişkili kriterler

- Makale dilinin İngilizce olması
- Makalenin hemşirelik dergilerinde yayınlanması

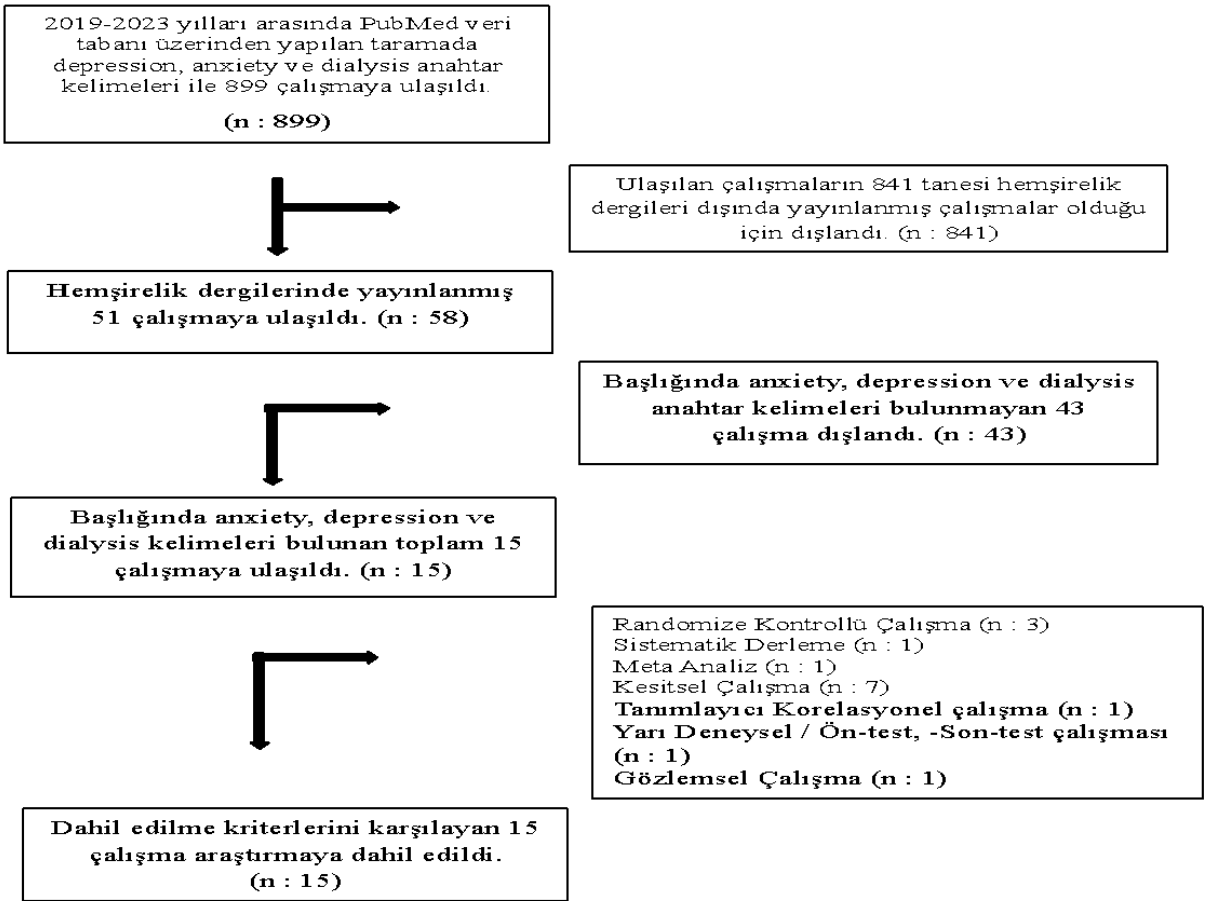
Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri

- Tezin erişime kapalı olması
- Tezin başlığında ("diyaliz") ve ("depresyon" veya "anksiyete") kelimelerinin yer almaması
- Makalenin hemşirelik dergileri dışındaki bir dergide yayınlanması
- Makale dilinin İngilizce dışında bir dil ile yazılmış olması
- Pediatrik hasta popülasyonu ile yapılmış olması

Verilerin Toplanması

Verilerin toplanmasında PubMed ve Ulusal Tez Merkezi veri tabanları kullanılmıştır. PubMed veri tabanı üzerinden güncel çalışmaların incelenmesi gözetilerek 2019-2023 yılları arasında yayınlanmış çalışmaların tamamına ulaşıldı. Veri tabanına "depression", "anxiety" ve "dialysis" anahtar kelimeleri yazılarak 899 çalışmaya ulaşıldı. Ulaşılan 899 çalışmanın 841 tanesi

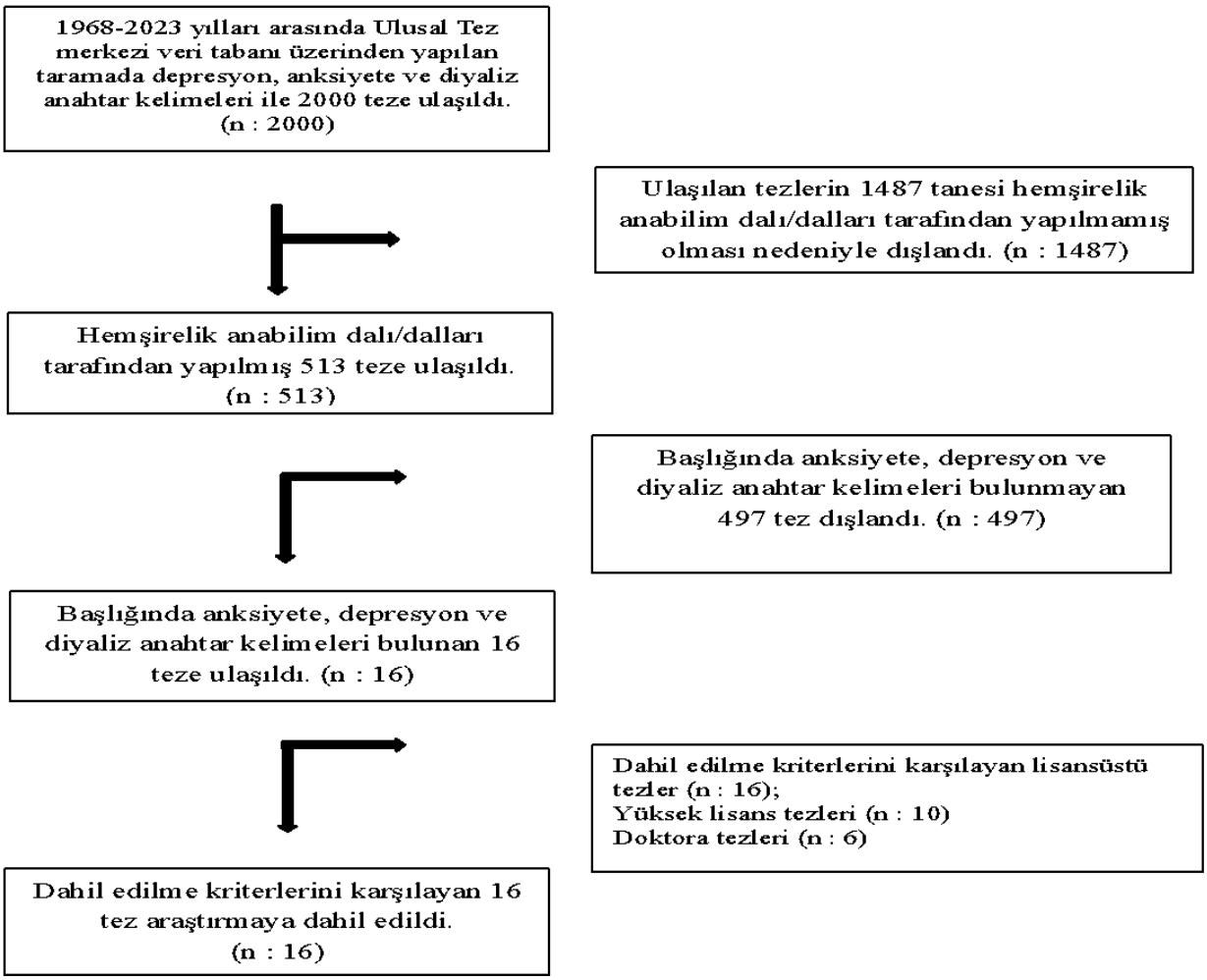
hemşirelik dergileri dışında yayınlanmış çalışmalar olduğu için dışlandı. Hemşirelik dergilerinde yayınlanmış 51 çalışmanın 15 tanesi dahil edilme koşullarını karşılayarak araştırmada PubMed veri tabanının örneklemini oluşturdu. PubMed veri tabanı çalışmasının akış şeması Şekil 1'de gösterildi.



Şekil 1. Pubmed Veri Tabanı İle Ulaşılan Araştırma Bulguları

Verilerin Toplanması

Ulusal Tez Merkezi veri tabanından depresyon, anksiyete ve diyaliz anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan araştırmada 1968-2023 yılları arasında yayınlanmış 2000 teze ulaşıldı. Ulaşılan tezlerin 1487 tanesi hemşirelik ana bilim dalı/dalları tarafından yapılmış çalışmalar olmadığı için dışlandı. Hemşirelik anabilim dalı/dalları tarafından yapılmış 513 tez çalışmasının 497 tanesi başlığında depresyon, anksiyete ve diyaliz anahtar kelimelerini bulundurmadığı için dışlandı. 10 yüksek lisans ve 6 doktora tezinden oluşan 16 tez çalışması dahil edilme kriterlerini sağlayarak araştırmada Ulusal Tez Merkezi veri tabanının örneklemini oluşturdu. Ulusal Tez Merkezi veri tabanı çalışmasının akış şeması Şekil 2'de gösterildi.

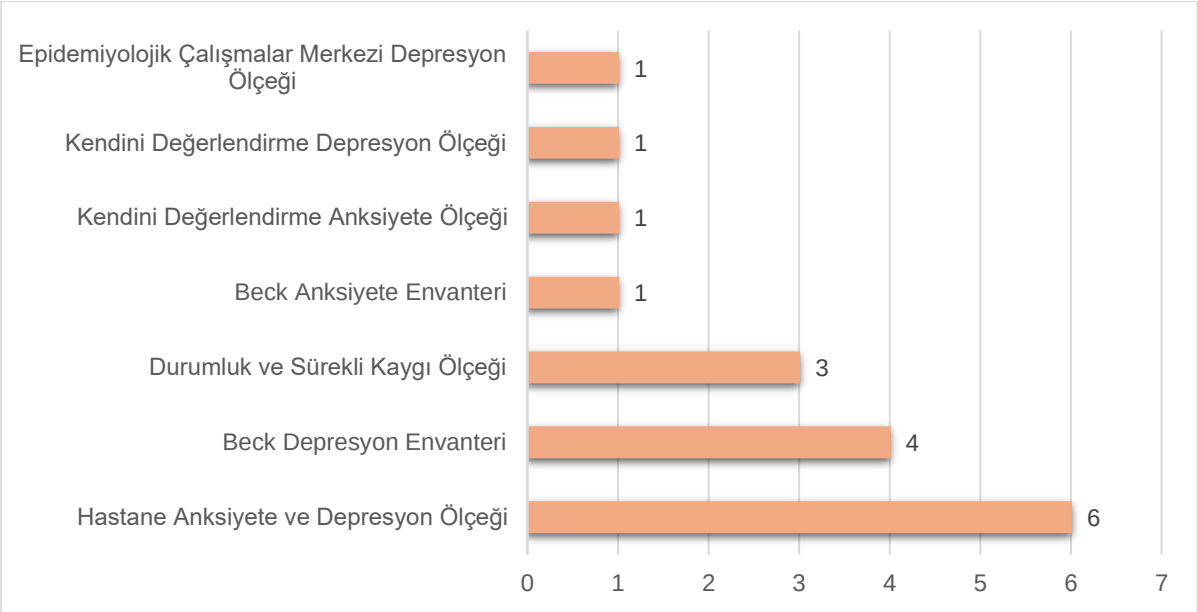


Şekil 2. Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanı Akış Şeması

BULGULAR

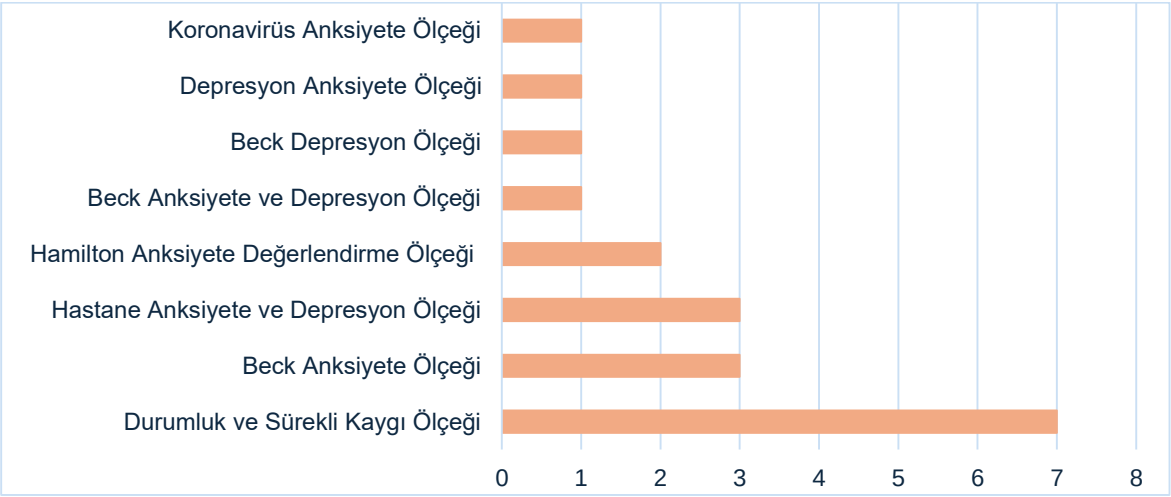
Bu sistematik derlemede; PubMed ve Ulusal Tez Merkezi veri tabanlarından dahil edilme kriterleri çerçevesinde uygun bulunmuş toplam otuz bir çalışma incelendi. PubMed veri tabanından dahil edilen çalışmalarda kullanılan anksiyete ve depresyon ölçekleri incelendiğinde (Şekil 3); Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (n: 6), Beck Depresyon Envanteri (n: 4), Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği (n: 3), Beck Anksiyete Envanteri (n: 1), Kendini Değerlendirme Anksiyete Ölçeği (n: 1), Kendini Değerlendirme Depresyon Ölçeği (n: 1) ve Epidemiyolojik Çalışmalar Merkezi Depresyon Ölçeği (n: 1) kullanıldığı belirlendi.

PubMed veri tabanından dahil edilen çalışmalarda kullanılan anksiyete ve depresyon ölçekleri incelendiğinde (Şekil 3); Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (n: 6), Beck Depresyon Envanteri (n: 4), Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği (n: 3), Beck Anksiyete Envanteri (n: 1), Kendini Değerlendirme Anksiyete Ölçeği (n: 1), Kendini Değerlendirme Depresyon Ölçeği (n: 1) ve Epidemiyolojik Çalışmalar Merkezi Depresyon Ölçeği (n: 1) kullanıldığı belirlendi.



Şekil 3. Pubmed veri tabanında dahil edilen çalışmalarda kullanılan anksiyete ve depresyon ölçeklerinin dağılımı

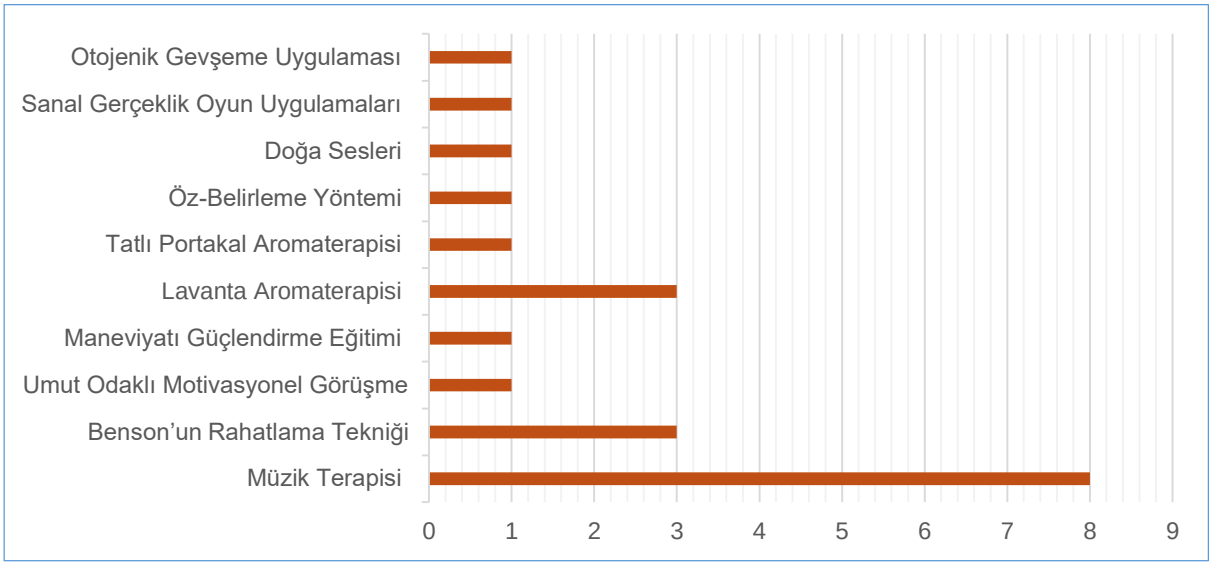
Ulusal Tez Merkezi veri tabanından dahil edilen çalışmalarda kullanılan anksiyete ve depresyon ölçekleri incelendiğinde (Şekil 4); Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği (n: 7), Beck Anksiyete Ölçeği (n: 3), Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (n: 3), Hamilton Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (n: 2), Beck Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (n: 1), Beck Depresyon Ölçeği (n: 1), Depresyon Anksiyete Ölçeği (n: 1) ve Koronavirüs Anksiyete Ölçeği (n: 1) kullanıldığı belirlendi.



Şekil 4. Ulusal tez merkezinden dahil edilen çalışmalarda kullanılan anksiyete ve depresyon ölçeklerinin dağılımı

PubMed ve Ulusal Tez Merkezi veri tabanlarından dahil edilen çalışmalardaki farmakolojik olmayan müdahalelere bakıldığında (Şekil 5); Müzik Terapisi (n: 8), Benson'un Rahatlama Tekniği (n: 3), Umut Odaklı Motivasyonel Görüşmenin (n: 1) ve Maneviyatı Güçlendirme Eğitimi (n: 1) müdahalelerinin anksiyete ve depresyon üzerindeki etkilerini incelediği, Lavanta Aromaterapisi (n: 3), Tatlı Portakal Aromaterapisi (n: 1), Progresif Gevşeme Egzersizi (n: 1),

Öz-Belirleme Yöntemi (n: 1), Doğa Sesleri (n: 1), Sanal Gerçeklik Oyun Uygulamaları (n: 1) ve Otojenik Gevşeme Uygulaması (n: 1) müdahalelerinin ise anksiyete üzerindeki etkilerinin incelendiği belirlendi.



Şekil 5. Dahil edilen çalışmalarda kullanılan non-farmakolojik yaklaşımların dağılımı

Araştırma bulguları incelendiğinde; Almutary'nin[38] çalışmasında depresyonun hemodiyaliz hastalarında yaygın olduğu görüldü. Cheng ve ark.'nın[37] çalışması hemodiyaliz hastalarında depresyon ve anksiyetenin hastalık belirsizliği ile ilişkili olduğunu gösterdi. Clark ve Kauric-Klein'nin[40] çalışması hemodiyaliz seanslarının depresyon oluşumu üzerinde rol oynayabileceğini gösterdi. Arşimet'in[46] çalışması hemodiyaliz hastalarının tedavi sürelerinin anksiyete düzeyleri üzerinde etkili olduğunu gösterdi. Masià-Plana ve ark.'nın[39] çalışması hemodiyaliz hastalarında görülen anksiyete ve depresyonun hastaların ağrı düzeyleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Norozi Firoz ve ark.'nın[43] çalışması diyaliz seansları ve depresyon arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermiştir. Bai ve ark.'nın[45] çalışması yorgunluğun hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda görülen depresyon düzeyleri üzerinde önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Kumlar[47] Hemodiyaliz hastalarında öz yeterlilik düzeyinin ve Durmuş[51] manevi iyi oluş düzeylerinin artmasının anksiyete ve depresyon düzeyleri ile negatif yönlü bir ilişkiye sahip olduğunu gösterdi. Burrai ve ark.'nın[36], Oturmaz[52], Aydın[55], Maraşlı[57], Gülçek[60] ve Cantekin'in[61] çalışmalarında müzik terapi uygulamalarının hemodiyaliz hastalarının anksiyete düzeylerini azalttığı görüldü. Uysal'ın[50] çalışmasında hemodiyaliz hastalarının anksiyete düzeyleri ve müzik terapisi arasında anlamlı bir ilişki görülmedi. Abu Maloh ve ark.[32], Eroğlu ve Gök Metin[33] ve Oturmaz'ın[52] çalışmaları, Benson'un gevşeme tekniği uygulamasının hemodiyaliz hastalarında depresyon veya anksiyete düzeylerini azaltma noktasında olumlu bir etkiye sahip olduğunu gösterdi. Akgül'ün[53] çalışması progresif gevşeme egzersizlerinin anksiyete düzeyleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu gösterdi. Şahin ve ark.[34], Karadağ ve Samancıoğlu Bağlama[35] ve Şentürk'ün[54] çalışmaları, lavanta aromaterapi uygulamalarının hemodiyaliz hastalarında anksiyete düzeylerini düşürdüğünü gösterdi. Reyes ve ark.'nın[45] çalışmasında tatlı portakal aromaterapinin anksiyete düzeylerini azaltmada etkili olabileceği görüldü. Duran'ın[48] çalışması, hemodiyaliz hastalarına yönelik umut odaklı görüşme uygulamasının anksiyete ve depresyon düzeylerini azalttığını gösterdi. Durmuş'un[59] çalışması, maneviyatı güçlendirme eğitim uygulamasının anksiyete ve depresyon düzeylerini azalttığını gösterdi. Ersoy'un[58] çalışması sanal gerçeklik oyunları ve otojenik gevşeme girişimlerinin hastaların anksiyete düzeyleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu gösterdi.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu sistematik derleme, diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyetenin yaygınlığını, bunların temel nedenlerini ve çeşitli müdahalelerin etkinliğini incelemektedir. Literatürdeki yayınlanmış çalışmaların gösterdiği üzere depresyon ve anksiyete diyaliz hastalarında yaygın olarak görülen mental bozukluklar arasındadır.[10,61,63,64,65] Diyaliz hastalarında görülen hastalık belirsizliği, öz yeterlilik düzeyi, manevi iyi oluş düzeyi, diyaliz tedavi ve seans süreleri gibi çeşitli risk faktörleri ile ilişkilendirilmektedir.[37,40,46,47,51] Bulgulardan elde edilmiş bu sonuçlar; diyaliz tedavisi alan bireylerde depresyon ve anksiyeteyi etkileyen faktörlerin geniş bir yelpazeye yayıldığını ve karmaşık bir etyolojiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları, PubMed ve Ulusal Tez Merkezi veri tabanlarından derlenen çalışmalarda depresyon ve anksiyete değerlendirmeleri için kullanılan çeşitli ölçeklerin mevcut olduğunu göstermektedir (Şekil 3, Şekil 4). Depresyon ve anksiyete bozukluklarının ölçüm ve değerlendirmelerinde kullanılmış ölçeklerin çeşitliliği, bu bozuklukların karmaşık doğasından kaynaklanır. Bu ölçeklerin kullanımı, depresyon ve anksiyetenin yaygınlığını ve şiddetini değerlendirme açısından önemlidir; ancak farklı ölçeklerin kullanılması, çeşitli çalışmaların sonuçlarını karşılaştırmayı ve genel geçerliliği belirlemeyi zorlaştırabilir çünkü standartlaştırılmış ve tutarlı değerlendirme yöntemlerinin eksikliği depresyon ve anksiyetenin doğru tanılanmasını zorlaştırabilir ve sonuçların karşılaştırılabilirliğini azaltabilir. Kullanılan ölçekler üzerinden yapılan analiz; PubMed veri tabanından dahil edilen çalışmalarında, Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeğinin en çok tercih edilen ölçek türü olduğunu gösterir (Şekil 3). Ulusal Tez Merkezi veri tabanında farklı olarak, Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeğinin en çok tercih edilen ölçek türü olduğu görülür (Şekil 4). Bu iki ölçek türünün sıklıkla tercih edilmesi ve çalışmalarda tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlaması diğer ölçek türlerine kıyasla daha güvenilir olduklarını gösterebilir.

Depresyon ve anksiyetenin diyaliz hastalarında yaygın olarak görülmesi, etkili müdahale stratejilerinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Farmakolojik olmayan müdahaleler, bu tür mental rahatsızlıkların yönetilmesinde önemli bir yer tutar. Bu çalışmada derlenen araştırma makalelerinin büyük bir çoğunluğu çeşitli non-farmakolojik müdahalelerin, diyaliz tedavisi gören hastalarda görülen anksiyete ve depresyon üzerindeki etkilerini incelemiştir (Şekil 5). Etkinliği araştırılan bu müdahaleler arasında; Müzik terapisi, Benson'un rahatlama tekniği ve lavanta aromaterapisi en sık tercih edilen uygulamaları oluşturmuştur (Şekil 5). Benson'un rahatlama tekniği ve lavanta aromaterapisi, bir dizi çalışmada olumlu sonuçlar vermiştir. Bu müdahalelerin, diyaliz hastalarında anksiyete ve depresyonun azaltılmasında potansiyel faydalar sunduğu görülmektedir.[33,34,35,52,54] Bununla birlikte, Benson'un rahatlama tekniği ile ilgili yapılmış bir çalışma da anksiyete için olumlu sonuçlar gösterirken depresyon üzerindeki etkinliği konusunda anlamlı bir etki görülmemiştir.[32] Müzik terapi uygulaması ile yapılmış çalışmaların çoğunluğu anksiyete düzeyleri üzerinde olumlu sonuçlar vermiş olmasına karşın[36,52,55,57,60,61] Uysal'ın[50] çalışmasında müzik terapisi ile anksiyete arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır, bu iki durum bazı müdahalelerin hastadan hastaya farklılık gösterebileceğini göstermektedir. Bu farklılıklar, farmakolojik olmayan müdahalelerin etkinliğini değerlendirmenin zorluklarını gösterir bu bağlamda daha fazla araştırma yapılması ve standartlaştırılmış değerlendirme yöntemleri kullanılması bu müdahalelerin etkinliğini artırmak ve doğru değerlendirmeler yapmak için kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak; bu sistematik derlemede, diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyetenin yaygınlığı ve çeşitli müdahalelerin bu bozukluklar üzerindeki etkinliği incelendi. Elde edilen bulgular çeşitli müdahalelerin depresyon ve anksiyete yönetiminde potansiyel olarak etkili olabileceğine dair önemli sonuçlar verdi. Ancak bu etkilerin klinik uygulamalara ve hasta sonuçlarına yansıtılabilmesi için daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır. Özellikle,

çalışmalarda kullanılan ölçeklerin farklılık göstermesi ve müdahalelerin etkinliğindeki tutarsızlıklar, gelecekteki araştırmalar için daha yüksek düzeyde standartlaştırma gerekliliğine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Gelecekteki araştırmalar diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyetenin düzeyini daha iyi değerlendirebilmek için standartlaştırılmış ölçekler ve metodolojiler geliştirmeye odaklanmalıdır. Bu şekilde, farklı çalışmalardan elde edilen sonuçların karşılaştırılabilirliği artırılarak mevcut literatürdeki boşlukları kapatmaya yardımcı olacaktır. Aynı zamanda farmakolojik olmayan müdahalelerin etkinliklerini daha iyi anlamak için daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılacak bu tür çalışmalar diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyete ile mücadele için daha iyi stratejilerin geliştirilmesine ve bu stratejilerin klinik hemşirelik uygulamaları ile entegrasyonuna zemin hazırlayacaktır.

Güçlü Yönler ve Kısıtlılıklar

Bu çalışmanın güçlü yönleri; Ulusal Tez Merkezi veri tabanı kullanılarak diyaliz hastalarında görülen anksiyete ve depresyonun yönetimine yönelik çeşitli farmakolojik olmayan müdahalelerin etkinliğinin süre kısıtlaması olmadan değerlendirilmesi ve yapılan çalışmanın mevcut literatürde konuya ilişkin bilinen ilk çalışma olmasıdır. Çalışmanın diğer bir güçlü yönü ise; araştırmanın PubMed veri tabanı örneklemine hemşirelik dergilerinde yayınlanmış çalışmaların dahil edilmesidir. Hemşireler tarafından yapılan ve incelenen müdahalelerinin hemşirelik dergilerinde sunulması ile hemşirelerin kendi alanlarındaki dergilerde yayın yapması sağlanır ve daha fazla sağlık çalışanına ulaşılmasına yardımcı olunur. Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular bazı kısıtlılıklar göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Bu kısıtlılıklar sırasıyla ele alınırsa; ilk olarak, derleme kapsamında incelenen çalışmaların farklı coğrafi bölgeler ve demografik gruplar ile yapılmış olmasının elde edilen sonuçları geniş bir popülasyona genelleştirilebilmeyi zorlaştırdığı söylenebilir. Farklı kültürel profillere sahip diyaliz hastalarında depresyon ve anksiyetenin nedenleri ve belirtileri değişiklik gösterebileceğinden ötürü müdahalelerin etkinliğini belirlerken kültürel faktörlerin dikkate alınması gerekir. İkinci bir kısıtlama çalışmalarda kullanılan farklı ölçüm ölçekleri ve metodolojilerin kullanımı ile ilişkilidir. Ölçüm yöntemlerindeki bu çeşitlilik bulguların karşılaştırılabilirliğini sınırlar ve zorlaştırır. Aynı zamanda; depresyon ve anksiyetenin değerlendirilmesi için kullanılan ölçeklerin çeşitliliği sonuçların sınıflandırılmasını zorlaştırır. Üçüncü bir kısıtlama, tanımlayıcı, kesitsel ve gözlemsel çalışmaların dahil edilen çalışmalar içerisinde çok fazla sayıda olmasından kaynaklanır çünkü bu tür çalışmalar nedensellik ilişkilerini belirlemek için yeterli veri sunmaz sonuç olarak depresyon ve anksiyete gibi psikolojik bozuklukların diyaliz hastalarında nasıl geliştiğini ve ne tür faktörlerin bu bozuklukları tetikleyebileceğini açıklama noktasında yetersiz kalır. Dördüncü olarak, çalışmalarda bazı müdahalelerin etkisine ilişkin tutarsızlıklar bulunmasıdır. Müdahalelerin etkinliğini değerlendiren çalışmaların sonuçları; bahsedilen demografik grup özellikleri, ölçek farklılıkları ve coğrafi faktörler gibi nedenler sebebiyle çelişkili olabilir dolayısıyla müdahalelerin etkililiğini belirsizleştirebilir ve sonuçları yanıltabilir. Bu tür durumlarda müdahalelerin etkinliğini belirlemek için daha fazla deneysel çalışma ihtiyacı olduğu bir kez daha görülür. Son olarak, PubMed veri tabanını ile yapılan araştırmada örneklemin son beş yıl içerisinde yapılmış çalışmalardan oluşması bulguların kapsamını sınırlayabilir. Buna ek olarak; araştırmada olası yanlılık ve eksik verilerin varlığı elde edilen sonuçların güvenilirliğini ve geçerliliğini etkileyebilir.

REFERANSLAR

1.Vaidya SR, Aeddula NR. Chronic kidney disease. StatPearls - NCBI Bookshelf. Published, 2024. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535404/

2. Hashmi MF, Benjamin O, Lappin SL. End-Stage renal disease. StatPearls - NCBI Bookshelf. Published August 28, 2023. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499861/

3. Nissenson AR, Fine RN, Mehrotra R, Zaritsky J. Handbook of Dialysis Therapy. Elsevier; 2022.

4. Gilbert S, Weiner DE, Nkf. National Kidney Foundation Primer on Kidney Diseases. Elsevier; 2022.

5. Murdeshwar, H. N., & Anjum, F. Hemodialysis. StatPearls - NCBI Bookshelf. Published, April 27, 2023. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563296/

6. De Brito DCS, Machado EL, Reis IA, De Freitas Do Carmo LP, Cherchiglia ML. Depression and anxiety among patients undergoing dialysis and kidney transplantation: a cross-sectional study. Sao Paulo Medical Journal. 2019;137(2):137-147. doi:10.1590/1516-3180.2018.0272280119

7. Ye W, Wang L, Wang Y, Wang C, Zeng J. Depression and anxiety symptoms among patients receiving maintenance hemodialysis: a single center cross-sectional study. BMC Nephrology. 2022;23(1). doi:10.1186/s12882-022-03051-8

8. Floris M, Lepori N, Angioi A, et al. Chronic Kidney Disease of Undetermined Etiology around the World. Kidney & Blood Pressure Research. 2021;46(2):142-151. doi:10.1159/000513014

9. Rajyalakshmi N, Rajagopalan V, Sivanesan S, Sabhavatu V. Comparison of biomarkers to differentiate chronic kidney disease and chronic kidney disease of unknown etiology. International Journal of Life Science and Pharma Research. Published online July 29, 2022. doi:10.22376/ijpbs/lpr.2022.12.5.l40-48

10. El-Magd ES, Schouten RW, Nadort E, et al. Dialysis withdrawal and symptoms of anxiety and depression: a prospective cohort study. BMC Nephrology. 2023;24(1). doi:10.1186/s12882-023-03267-2

11. Cukor D, Donahue S, Tummalapalli SL, Bohmart A, Silberzweig J. Anxiety, comorbid depression, and dialysis symptom burden. Clinical Journal of the American Society of Nephrology. 2022;17(8):1216-1217. doi:10.2215/cjn.01210122

12. Gerogianni G, Polikandrioti M, Babatsikou F, et al. Anxiety–Depression of dialysis patients and their caregivers. Medicina. 2019;55(5):168. doi:10.3390/medicina55050168

13. González-Flores CJ, García-García G, Lerma A, et al. Resilience: A Protective Factor from Depression and Anxiety in Mexican Dialysis Patients. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(22):11957. doi:10.3390/ijerph182211957

14. Borg R, Carlson N, Søndergaard J, Persson F. The growing Challenge of Chronic kidney Disease: An Overview of current knowledge. International Journal of Nephrology. 2023;2023:1-8. doi:10.1155/2023/9609266

15. Bello AK, Levin A, Lunney M, et al. Status of care for end stage kidney disease in countries and regions worldwide: international cross sectional survey. BMJ. Published online October 31, 2019:l5873. doi:10.1136/bmj.l5873

16. Global Kidney Health Atlas. International Society of Nephrology. Published 2022. https://www.theisn.org/wp-content/uploads/media/ISN%20Atlas_2023%20Digital.pdf

17. Global Kidney Health Atlas. International Society of Nephrology. Published 2019. https://www.theisn.org/wp-content/uploads/2023/10/GKHAtlas_2019_WebFIle_rev.pdf

18. Thurlow JS, Joshi M, Yan G, et al. Global Epidemiology of End-Stage Kidney Disease and Disparities in Kidney Replacement Therapy. American Journal of Nephrology. 2021;52(2):98-107. doi:10.1159/000514550

19. Current status of kidney replacement therapy in Türkiye: A summary of 2022 Turkish Society of Nephrology Registry Report. The Turkish Society of Nephrology. 2022;33: 134-139. doi: 10.5152/turkjnephrol.2024.24722

20. Regıstry Of The Nephrology, Dialysis And Transplantatıon In Turkey. The Turkish Society of Nephrology. 2020;31: 279-283. doi: 10.5152/turkjnephrol.2022.2241312.

21. Kallenbach JZ. Review of hemodialysis for nurses and dialysis personnel. Mosby; 2020.

22. Thomas N. Renal nursing: Care and Management of People with Kidney Disease. John Wiley & Sons; 2019.

23. Gupta N, Wish JB. Is it time for precision dialysis? Clinical Journal of the American Society of Nephrology. 2020;16(2):316-318. doi:10.2215/cjn.08610520

24. Sharma R, Sharma SC, Chalise P, Regmee J, Sharma S. Anxiety and Depression among Patients with Chronic Kidney Disease Undergoing Haemodialysis in a Tertiary Care Centre: A Descriptive Cross-sectional Study. Journal of Nepal Medical Association. 2022;60(251):634-637. doi:10.31729/jnma.7608

25. Nagy E, Tharwat S, Elsayed AM, Shabaka SAEG, Nassar MK. Anxiety and depression in maintenance hemodialysis patients: prevalence and their effects on health-related quality of life. International Urology and Nephrology. 2023;55(11):2905-2914. doi:10.1007/s11255-023-03556-7

26. Kimmel PL, Cukor D. Anxiety symptoms in patients treated with hemodialysis: Measurement and meaning. American Journal of Kidney Diseases. 2019;74(2):145-147. doi:10.1053/j.ajkd.2019.04.012

27. Delgado-Domínguez CJ, Sanz-Gómez S, López-Herradón A, et al. Influence of depression and anxiety on hemodialysis patients: The value of multidisciplinary care. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(7):3544. doi:10.3390/ijerph18073544

28. Chand SP, Marwaha R, Bender RM. Anxiety (Nursing). StatPearls - NCBI Bookshelf. Published, 2023. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK568761/

29. Al-Nashri F, Almutary H. Impact of anxiety and depression on the quality of life of haemodialysis patients. Journal of Clinical Nursing. 2021;31(1-2):220-230. doi:10.1111/jocn.15900

30. Nadort E, Schouten RW, Witte SHS, et al. Treatment of current depressive symptoms in dialysis patients: A systematic review and meta-analysis. General Hospital Psychiatry. 2020;67:26-34. doi:10.1016/j.genhosppsych.2020.07.012

31. Morais EM, Moreira PR, Winkelmann ER. Movie watching during dialysis sessions reduces depression and anxiety and improves quality of life: A randomized clinical trial. Complementary Therapies in Medicine. 2020;52:102488. doi:10.1016/j.ctim.2020.102488

32. Maloh HIAA, Soh KL, AbuRuz ME, et al. Efficacy of Benson's Relaxation Technique on Anxiety and Depression among Patients Undergoing Hemodialysis: A Systematic Review. Clinical Nursing Research. 2021;31(1):122-135. doi:10.1177/10547738211024797

33. Eroglu H, Metin ZG. Benson relaxation technique combined with music therapy for fatigue, anxiety, and depression in hemodialysis patients. Holistic Nursing Practice. 2022;36(3):139-148. doi:10.1097/hnp.0000000000000509

34. Şahin S, Tokgöz B, Demir G. Effect of lavender aromatherapy on arteriovenous fistula puncture pain and the level of state and trait anxiety in hemodialysis patients: a randomized controlled trial. Pain Management Nursing. 2021;22(4):509-515. doi:10.1016/j.pmn.2021.01.009

35. Karadag E, Baglama SS. The effect of aromatherapy on fatigue and anxiety in patients undergoing hemodialysis treatment. Holistic Nursing Practice. 2019;33(4):222-229. doi:10.1097/hnp.0000000000000334

36. Burrai F, Magavern EF, Micheluzzi V, Magnaghi C, Apuzzo L, Brioni E. Effectiveness of music to improve anxiety in hemodialysis patients. Holistic Nursing Practice. 2020;34(6):324-333. doi:10.1097/hnp.0000000000000411

37. Cheng J, Yang D, Zuo Q, Peng W, Zhu L, Jiang X. Correlations between uncertainty in illness and anxiety, depression and quality of life in patients receiving maintenance haemodialysis: A cross-sectional study. Nursing Open. 2022;9(2):1322-1331. doi:10.1002/nop2.1177

38. Almutary H. Depression, sleep disturbance, and quality of life in patients undergoing dialysis therapy. Applied Nursing Research. 2022;67:151610. doi:10.1016/j.apnr.2022.151610

39.Masià-Plana A, Juvinyà-Canal D, Suñer-Soler R, Sitjar-Suñer M, Casals-Alonso C, Mantas-Jiménez S. Pain, anxiety, and depression in patients undergoing chronic hemodialysis treatment: a multicentre cohort study. Pain Management Nursing. 2022;23(5):632-639. doi:10.1016/j.pmn.2022.03.005

40. Clark ME, Kauric-Klein Z. The effect of dialysis shift on depression and sleep disturbances in patients on chronic hemodialysis. Nephrology nursing journal : journal of the American Nephrology Nurses' Association, 50(4), 293–303.

41. Keskin G. Resilience in patients with dialysis-dependent renal failure: Evaluation in terms of depression, anxiety, traumatic growths. Applied Nursing Research. 2022;65:151575. doi:10.1016/j.apnr.2022.151575

42. Alshogran OY, Altawalbeh SM, Khalil AA. Comparison of two self-report scales to assess anxiety and depressive symptoms in hemodialysis patients. Archives of Psychiatric Nursing. 2022;41:208-213. doi:10.1016/j.apnu.2022.08.004

43. Firoz MN, Shafipour V, Jafari H, Hosseini SH, Charati JY. Relationship of Hemodialysis Shift With Sleep Quality and Depression in Hemodialysis Patients. Clinical Nursing Research. 2017;28(3):356-373. doi:10.1177/1054773817731852

44. Reyes MaCGM, Reyes MaCGM, Ribay KGL, Paragas ED. Effects of sweet orange aromatherapy on pain and anxiety during needle insertion among patients undergoing hemodialysis: A quasi-experimental study. Nursing Forum. 2020;55(3):425-432. doi:10.1111/nuf.12447

45. Bai Y, Chang Y, Chiou C, Lee B. Mediating effects of fatigue on the relationships among sociodemographic characteristics, depression, and quality of life in patients receiving hemodialysis. Nursing and Health Sciences. 2019;21(2):231-238. doi:10.1111/nhs.12587

46. Arşimet, A. Kronik hemodiyaliz tedavisi alan hastaların diyaliz tedavisi alma sürelerine bağlı olarak değişen anksiyete düzeylerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çankırı. 2023

47. Kumlar, NN. Hemodiyaliz hastalarında öz yeterlilik ile anksiyete ve depresyon arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük. 2023.

48.Duran ŞB, Keser İ. Umut odaklı motivasyonel görüşmenin hemodiyaliz tedavisi alan bireylerin depresyon, kaygı, stres ve umut düzeylerine etkisi: randomize kontrollü bir çalışma için bir uygulama protokolü. Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2024;4(2):251-262.

49. Koşunalp, N. Hemodiyaliz hastalarında öz yeterlilik ile anksiyete ve depresyon arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 2022.

50. Uysal, M. Hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda, hasta tercihli müziğin hasta konforu, ağrı şiddeti, anksiyete düzeyi ve hemodinamik değişkenlere etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri. 2021.

51. Durmuş, Y. Hemodiyaliz hastalarında manevi iyi oluş ile anksiyete ve depresyon arasındaki ilişki. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul. 2020.

52. Oturmaz, H. Hemodiyaliz hastalarında müzik eşliğinde uygulanan benson gevşeme tekniğinin yorgunluk, kaşıntı, anksiyete ve depresyona etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 2019.

53. Akgül, M. Hemodiyaliz hastalarına uygulanan progresif gevşeme egzersizinin anksiyete düzeyi ve uyku kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas. 2019.

54. Şentürk, A. Hemodiyaliz hastalarına inhalasyon yolu ile lavanta yağı uygulamasının anksiyete düzeyi ve uyku kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri. 2015.

55. Aydın, A. Hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda müzik terapinin ağrı, yorgunluk, anksiyete ve kaşıntı semptomları üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep. 2018.

56. Uzgör, F. Hemodiyaliz hastalarında yönlendirilmiş öz-belirleme yönteminin tedaviye uyum, öz yeterlik, anksiyete ve yaşam kalitesine etkisi. Doktora Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir. 2023.

57. Maraşlı, İ. Doğa sesleri ve müziğin hemodiyaliz hastalarının yaşamsal bulguları ve anksiyete düzeylerine etkisi. Doktora Tezi. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 2023.

58. Ersoy, N.A. Hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda sanal gerçeklik oyun uygulaması ve otojenik gevşemenin kaşıntı, anksiyete ve dermatolojik yaşam kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 2022.

59. Durmuş, M. Maneviyatı güçlendirme eğitiminin hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda anksiyete ve depresyon düzeyine etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 2020.

60. Gülçek, E. Hemodiyaliz hastalarında müzik terapisinin yorgunluk ve anksiyete düzeylerine etkisi. Doktora Tezi. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya. 2021.

61. Cantekin, I. Müzik terapisinin hemodiyaliz hastalarının algıladıkları stresörler ve anksiyete düzeyleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 2012.

62. Liu J, Zhang F, Wang Y, Wu D. Prevalence and association of depression with uremia in dialysis population: a retrospective cohort analysis. Medicine. 2020;99(24):e20401. doi:10.1097/md.0000000000020401

63. De Alencar SBV, De Lima FM, Dias LDA, et al. Depression and quality of life in older adults on hemodialysis. Brazilian Journal of Psychiatry. 2019;42(2):195-200. doi:10.1590/1516-4446-2018-0345

64. Al-Ali F, Elshirbeny M, Hamad A, et al. Prevalence of depression and sleep disorders in patients on dialysis: a Cross-Sectional study in Qatar. International Journal of Nephrology. 2021;2021:1-7. doi:10.1155/2021/5533416

65. Naamani ZA, Gormley K, Noble H, Santin O, Maqbali MA. Fatigue, anxiety, depression and sleep quality in patients undergoing haemodialysis. BMC Nephrology. 2021;22(1). doi:10.1186/s12882-021-02349-3